# RACCOLTA

## D' AUTORI ITALIANI

CHE TRATTANO

## DEL MOTO DELL' ACQUE

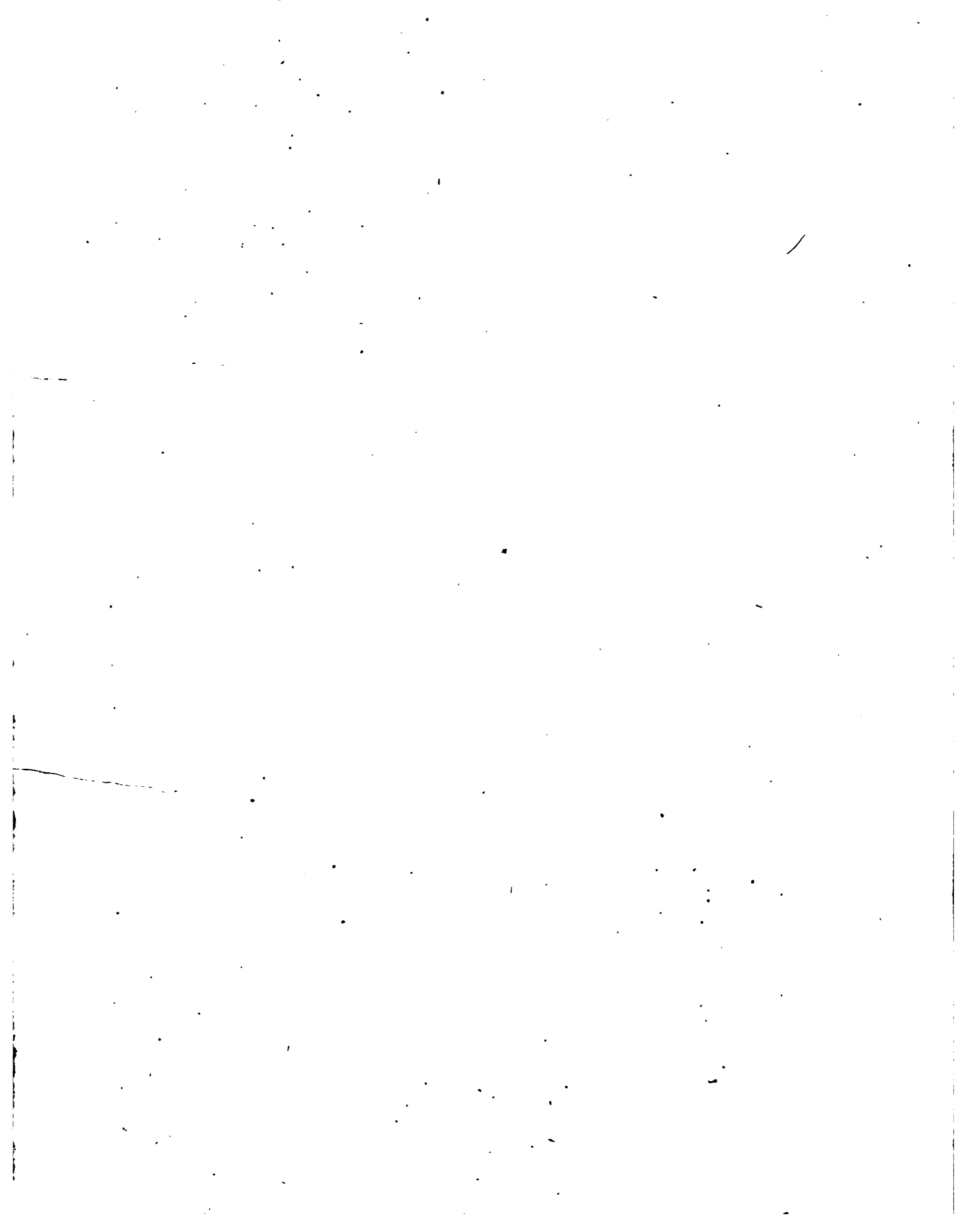
TOMO II.°

*Prezzo per gli Associati*

| | | |
|---|---|---|
| Fogli 46. di stampa a cent. 22. - - - | lir. | 10 : 12 |
| N.° 4. Tavole geometriche a cent. 22. - | ,, | — : 88 |
| Legatura - - - - - - - - - - - - - - - | ,, | — : 25 |
| | lir. | 11 : 25 |

*Per i non associati il prezzo è di* lir. 14.

BOLOGNA 1822

TIPOGRAFIA MARSIGLI.

# RACCOLTA
# D' AUTORI ITALIANI

CHE TRATTANO

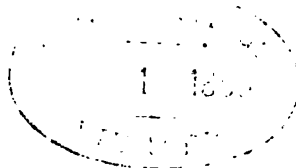
## DEL MOTO DELL' ACQUE

*EDIZIONE QUARTA*

ARRICCHITA DI MOLTE COSE INEDITE,
E D' ALCUNI SCHIARIMENTI.

## TOMO II.

BOLOGNA · MDCCCXXII

DALLA TIPOGRAFIA DI JACOPO MARSIGLI.

# OPUSCOLI
# *IDRAULICI*

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

Bologna 1822

Tipografia Marsigli

*Subito che rivolsi il pensiero a ben conoscere la misura dell' acque correnti, io mi posi, come ognun suol fare, ad esaminare con ogni più avida premura tutto ciò, per quanto potei, che era stato scritto da altri autori sopra questa scienza, per penetrarne il loro metodo, e le dimostrazioni. Poca pena però mi costò lo scorrere i loro trattati, poichè pochi, e brievi essendo, non poterono occuparmi che poco. Quello però che non potè la mole, ed il numero de' lor volumi, fu compensato più che a sufficienza dalla difficoltà, ed estensione del soggetto, appena toccato da essi, e di cui dimostrate aveano solamente alcune generali proposizioni. Sannò ben gli eruditi, che il padre Benedetto Castelli, degno di eterna memoria, ha sorpassato per vero dire ogni altro, mentre egli il primo fu, che coll' aiuto della geometria osservò, che la proporzione della velocità ridursi dovea a leggi, e regole sicure nella misura dell' acque correnti, e non poche proposizioni a quella spettanti ha esposte; e dimostrate. Ma due dubbi mi si presentarono nel di lui trattato. L' uno si fu, che essendo noto, che la velocità non è la stessa, ed a se simile in tutte le parti dell' acqua corrente, io non sapeva a qual di queste dovessi applicare le dimostrazioni da esso addotte; e benchè facil cosa fosse l' accorgersi, che come de' moti ineguali de' pianeti un medio, ed eguale si forma dagli astronomi, così di tutte le velocità una media potevasene comporre; nondimeno vi restava sempre la difficoltà maggiore, di determinar giustamente la velocità media, cui parevami impossibile potersi avere dalle dimostrazioni del Castelli. Aggiungevasi inoltre l' erronea applicazione della velocità superficiale all' altre parti tra il fondo, e la superficie, e la maniera pericolosa di determinarla; per lo che tutto sembravami, che niente dedur se ne potesse di vero, e di sicuro.*

*L' altro dubbio che ha inquietato altri ancora, mi s' offerse nella seconda proposizione del libro secondo, la cui dimostrazione confessava sinceramente l' autore acutissimo, o non aver trovata, o non esserne almeno contento; e questa aveva intrapreso io di dimostrare, non sodisfatto delle altrui pruove; ma tosto m' accorsi, che questa ricerca inchiudeva la proporzione della velocità che acquista l' acqua per la diversa altezza nell' uscir da' vasi, della quale scrissero il Torricelli, il Balliani, ed altri, lo che in niuna maniera può accordarsi con la proposizione del Castelli.*

*Quindi è, che incominciai a fare delle esperienze ne' vasi, ne' condotti, e ne' canali ec. per assicurarmi, se le velocità crescessero in ragione dell' altezze, ovvero in ragione delle radici delle medesime; e ne' vasi per vero dire trovai aver luogo quest' ultima proporzione; quantunque da ambedue le sopra dette molto differente io trovassi la ragione delle velocità nelle sezioni de' canali; lo che mi persuase a credere sicuramente, che la velocità spessissime volte da ogni altra cagione dipende, che dall' altezza dell' acqua nelle sezioni.*

*M' applicai pertanto a trattare tutta questa dottrina fin da' primi principj, ed a far prova di mie forze, per promuovere in aggiunta all' altre scienze, ed in vantaggio della vita civile, questo difficile argumento. E sembrandomi finora di non aver tentato del tutto in vano una tanta impresa, mi determinai a comunicare al mondo letterario le meditazioni fatte da me nel corso di molti anni sopra la misura dell' acque correnti, e ridotte, per quanto mi sembra, al rigor geometrico.*

*Queste sono raccolte in più libri, i quali escono adesso alla pubblica luce. Del rimanente, preparati, o benigno lettore, a trovare nei tre primi libri trattata da me a bella posta con somma semplicità la misura dell' acque correnti, lo che ho voluto fare ad oggetto di potere da essi dedurre le leggi più sicure della natura, sulle quali affidato inoltrarmi a considerare in varj casi le diverse proprietà de' canali, e de' fiumi, come si vedrà negli altri libri. Quindi è, che non come inutili dovrannosi rigettar subito questi primi, per aver io supposti in essi, come nel primo, e nel*

*secondo, tali i canali, quali per lo più di fatto non sono, mentre da questi libri s' apre, a mio giudizio, un ampia via, che ci porta alla vera cognizione della misura dell' acqua corrente ne' fiumi, quali veramente essi sono. Nel primo libro pertanto ho racchiusa la dottrina generale della velocità, non solo semplice; e rappresentata da una sola linea, ma anco composta, rappresentata in una sola superficie, ed in un solido, affinchè avendo diverse perpendicolari per varj accidenti diverse velocità, si possa considerare separatamente ciascuna di esse, e dall' unione di queste dedurne una media per tutta la sezione. E per questo mezzo con un metodo differente, e per quanto io credo più facile, ho dimostrate ancora tutte le proposizioni del Castelli, ed ho manifestato il fondamento, sopra cui si sostiene la misura proporzionale dell' acque correnti, esposta dal Barattieri ne' suoi numeri da esso detti, latiquadri, quantunque la loro formazione, come dipendente dalla falsa supposizione del Castelli, sia veramente erronea. Ho ricercato poi nel secondo libro la misura dell' acque correnti, ed assoluta ne' canali inclinati, e nel terzo la medesima ne' canali orizzontali, sì solitari, e semplici, come anco uniti, tali cioè, che ricevono, o prendono le acque concorrenti da altri simili canali orizzontali, affinchè non potendo accadere, che per una data sezione passi una maggior quantità d' acqua, che per un canale inclinato con tutta quella velocità, che può l' acqua acquistare nella discesa, nè una quantità minore, che per un canale orizzontale, colla sola velocità dipendente dalla pressione; si potesse almeno avere la misura media tra due certi termini, de' quali il primo fosse il massimo, e l' altro il minimo.*

*Relativamente al metodo, di cui ho fatto uso, anch' io confesso esser tra se diverso, ma per avventura non dispiacevole; poichè nel primo libro io sono stato più esteso, e più prolisso di quello, che si convenisse a' più sublimi ingegni, sì nell' aumentare le proposizioni, e nel distendere le dimostrazioni, sì nelle citazioni marginali delle proposizioni elementari; e ciò fare ho voluto, per la maggior facilità, e per adattarmi alla capacità de' volgari idrometri, i quali per lo*

*più non altro sanno di geometria, che gli elementi di Euclide, affinchè essi, se capaci non sieno degli ultimi libri, possano almeno far uso utilmente di questo primo. Ne' susseguenti poi, conoscendo che la materia era superiore alle loro cognizioni, ho voluto essere più ristretto, e preciso, considerando io di parlare ivi a' matematici più eruditi, a' quali, moltissime cose, che volgarmente sono ignote, son per ordinario notissime. Questo metodo ancora tanto più ho creduto dover io prescegliere, in quanto che, siccome dalle cose più facili cominciar si dee, per indi passare alle più difficili, così la maniera di dimostrare deve in sul principio esser facile, benchè troppo lunga, e dipoi a poco a poco più concisa, sì per isfuggire la troppo nocevole prolissità, sì perchè i talenti avvezzi alla troppa facilità, non tralascino le cose più difficili.*

*Usa di quest' opera intanto, o benigno lettore, mentre ho in animo ancora di trasportare queste mie considerazioni al moto sì naturale, come violento de' fluidi tutti, oltre i confini delle matematiche, fino cioè agli studi più ascosi dell' arte medica, se il tempo, e le forze me lo permetteranno; essendo omai ben persuaso per le scoperte, e per le ragioni de' più moderni anatomici, che dal continuo moto de' fluidi del corpo animale, in gran parte dipendano le funzioni di esso, le malattie, i rimedj, e la vita medesima. E si conoscerà quanto s' ingannino i dispregiatori malevoli della matematica, e dell' anatomia, arti tanto utili alla pratica, ed alla teoria medica, mentre queste niente d' inutile, e vano in se racchiudono, ma sopra di esse, e sopra l' osservazione assidua, che ognuno studia fare de' sintomi, e degli accidenti, che quelli seguitano, sono posti i fondamenti, ed i precetti della medicina, la quale non per altra ragione è infelice, se non perchè quelli, che la professano, entro troppo ristretti limiti tengono rinchiuse le cognizioni che la risguardano, e questi o non sanno per ordinario, o non vogliono estendere più oltre. Perdona, o lettor mio cortesissimo, a questo tratto di sincerità, vendicatore delle bell' arti a torto conculcate, e vivi sano.*

# DELLA MISURA

## DELL' ACQUE CORRENTI

### *LIBRO PRIMO*

IN CUI SI PROPONE LA GENERAL DOTTRINA DELLA VELOCITÀ.

## DEFINIZIONI.

I. *Acqua corrente* intendiamo quella, che pel momento della sua propria gravità discende per gli alvei de' fiumi, ovvero dei canali verso il centro de' gravi.

II. *La sezione naturale* d'un fiume è la comune sezione dell'acqua corrente col piano, che ad angoli retti sega il fondo, e l'una, e l'altra ripa del fiume; la quale essendo per lo più varia, nè da potersi ridurre a regola, perciò:

III. *La sezione artifiziale* d'un fiume s'intenda come fatta in un fiume, il fondo del quale sia paralello all'orizzonte, e le ripe fra di loro paralelle, e perpendicolari al fondo; la qual sezione sarà sempre un parallelogrammo rettangolo.

IV. *L'altezza viva* dell'acqua corrente, ovvero della sezione è la linea perpendicolare tirata dalla superficie dell'acqua alla base della sezione, la qual base sia disposta in maniera, che cessata la corrente non possa rimanere in essa niente d'acqua stagnante; la quale si chiami col nome solo di perpendicolare.

V. *La velocità naturale* dell'acqua corrente è una forza non da alcuna causa estrinseca cagionata, mediante la quale qualche parte dell'acqua è atta a scorrere in qualche tempo un determinato spazio, ed essendo questa varia in varie parti più, e meno remote dalla superficie, perciò:

VI. *La velocità massima* sarà quella, mediante la quale alcune parti dell'acqua sono atte a scorrere in qualche tempo maggior tratto rispetto all'altre, ovvero quella, la quale supera l'altre velocità, che sono nella medesima perpendicolare.

VII. *La velocità media* è quella, che essendo in qualche parte dell'acqua della medesima perpendicolare, è tale, che se con essa scorressero le parti superiori, e le inferiori, scorrerebbe per quella perpendicolare misura eguale d'acqua a quella, che scorre essendo

ineguali le velocità; ovvero è quella, che di tanto è superata dalle maggiori velocità, di quanto ella supera le minori.

E per maggior intelligenza delle suddette diffinizioni si supponga la perpendicolare (*fig.* 1.) AB talmente immersa sotto la superficie dell'acqua corrente, che il punto A sia nella superficie, e il punto B nel fondo. Le parti dell'acqua fra A, e B, come l'esperienza fa noto, hanno diverse velocità, e noi a suo luogo lo dimostreremo. Imperocchè nella superficie sono minori, e quanto più sono lontane dalla superficie sono maggiori. Che se queste velocità si esprimeranno per via di linee rette, sarà la BC la velocità della parte dell'acqua, che si ritrova in B, la DE la velocità dell'acqua in D; e così sempre. E per essere BC massima fra le linee BC, DE, FH, GI, essa BC si chiamerà massima velocità; ma la velocità media diciamo v. g. la linea FH, se ella è tale, che posto che tutte le parti dell'acqua, che scorrono per AB, abbiano velocità eguale alla velocità FH, la medesima quantità d'acqua scorre per AB nel tempo, che da B è portata in C, di quella, che scorre nel medesimo tempo colle diverse velocità BC, DE, FH ec. ovvero se la velocità FH si supponga esser superata da tutte le velocità fra F, e B con l'eccesso HMC eguale all'eccesso, col quale ella superi le velocità fra A, ed F, v. g. all'eccesso KLH.

VIII. *Il complesso della velocità* è un'unione di tutte le velocità, che sono in tutte le parti dell'acqua poste nella medesima perpendicolare, ovvero nella medesima sezione. Come nella figura superiore il complesso delle velocità della perpendicolare AB è la figura ABCHK.

IX. *Le sezioni egualmente veloci* sono quelle, nelle quali le velocità medie sono eguali; cioè per le quali l'acqua scorre con la media velocità eguale.

X. *Le sezioni inegualmente veloci* sono quelle, nelle quali le velocità medie sono diseguali. E più veloce si dice quella, che ha la media velocità maggiore dell'altra, e così al contrario.

XI. *Quantità d'acqua* intendiamo tutta la mole dell'acqua, che in un dato tempo scorre per una data sezione.

XII. Quello, che abbiamo detto intorno all'egualità, ed inegualità delle sezioni, è da applicarsi ancora alle perpendicolari. Siccome quel che si è detto delle velocità nelle perpendicolari, è da applicarsi proporzionalmente alle sezioni. Il che è da dirsi ancora intorno alle velocità massime, medie ec. che si debbono applicare alle sezioni.

### ASSIOMI.

I. Nella medesima sezione artificiale qualsivoglia perpendicolare ha

la medesima, o eguale velocità massima, media, minima ec. rimossi gl' impedimenti di contatto, di fregamento, e qualsivoglia altro estrinseco impedimento.

II. Le velocità diverse si debbono fra di loro comparare rispetto agli spazi, li quali possono scorrere nel medesimo, o egual tempo con moto equabile.

### DIMANDE.

I. Data qualsivoglia quantità, poterla intendere figurata, o ridotta in qualsivoglia figura del medesimo genere, v. g. una figura piana in un triangolo, in un rettangolo ec. una solida, in un prisma, o in una piramide ec. della medesima dimensione.

II. Date quali si vogliano quantità, poterle assegnare per via di rette linee, che abbiano fra di loro la medesima proporzione, che le dette quantità.

### PROPOSIZIONE I.

Stando un fiume nel medesimo stato; per tutte le sue sezioni passano eguali quantità d' acqua in tempi eguali.

Siano due sezioni (*fig.* 2.) AD, EH del medesimo fiume. Dico che la quantità dell' acqua, che passa per AD, è eguale alla quantità dell' acqua, che passa per EH in tempo eguale.

Imperocchè se maggior quantità d' acqua passasse per AD, che per EH, il fiume fra A, ed E continuamente crescerebbe; il che è contra il supposto: se minore quantità ne passasse per AD, che per EH, il fiume fra A, ed E continuamente scemerebbe; che è parimente contra il supposto. Se dunque nè maggiore, nè minore quantità d' acqua passa per AD, che per EH, ne passerà eguale quantità dall' una, e dall' altra sezione; il che ec.

### PROPOSIZIONE II.

Se l' acqua passando per qualche sezione, o per qualche perpendicolare in un dato tempo, s' intenda ridotta in un prisma retto, la base del quale sia la sezione, l' altezza del prisma sarà la media velocità di quella sezione.

Sia la sezione (*fig.* 2.) AD, sopra la quale, come base, s' intenda figurata in un prisma retto CF la quantità dell' acqua corrente per essa in un dato tempo. Dico che l' altezza AE è la media velocità della sezione AD.

Imperocchè se tutte le parti dell' acqua dentro il rettangolo AD scorressero con eguale velocità, mentre la parte C è portata in G, la parte A sarebbe portata in E, B in F, D in H, e tutte le parti

del rettangolo AD alle sue parti corrispondenti del rettangolo EH; e però se tutte le velocità della sezione AD fossero fra di loro eguali, l'acqua naturalmente si ridurrebbe alla figura del prisma CF: ma il prisma CF è eguale all'acqua, che passa con diverse velocità per la sezione AD: adunque per la medesima sezione scorrerebbe una eguale quantità d'acqua con la velocità AE, ovvero CG, a quella che scorre con diverse velocità nel medesimo tempo; e però AE, altezza del prisma, sarà la velocità media; il che ec.

Il medesimo si dimostrerà dell'acqua, che passa per la perpendicolare AC, se si intenda il prisma aver per base il rettangolo AG.

PROPOSIZIONE III.

Nelle sezioni del medesimo fiume le velocità medie sono in proporzione reciproca delle sezioni.

Siano le sezioni (*fig.* 2. *e* 3.) AD, IM: dico come la velocità media della sezione IM alla velocità media della sezione AD, così essere la sezione AD alla sezione IM.

S'intendano le quantità dell'acqua, scorsa in tempo eguale per l'una, e per l'altra sezione, figurate in prismi retti, la propria sezione, de' quali gli serva per base; e sia della prima il prisma AH, e della seconda il prisma IN. E perchè eguale quantità d'acqua scorre nel medesimo tempo per AD, che per IM, saranno i prismi AH, IN eguali; ma le basi de' prismi eguali sono in reciproca proporzione dell'altezze: adunque AD ad IM sarà come IP ad AE; ma IP è la velocità media della sezione IM, ed AE è la velocità media della sezione AD; adunque come è la velocità media della sezione IM alla velocità media della sezione AD, così sarà la sezione AD alla sezione IM: il che ec.

COROLLARIO. Da questa proposizione è chiaro ancora il converso della medesima, cioè che se le sezioni, e le velocità medie delle medesime sezioni stanno fra loro in reciproca proporzione, le quantità dell'acque saranno fra loro eguali: imperocchè i prismi che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono coll'altezze, sono eguali fra loro.

PROPOSIZIONE IV.

Le quantità dell'acque, che scorrono in tempo eguale per sezioni ineguali, ma egualmente veloci, stanno fra loro come le sezioni.

Siano le sezioni ineguali (*fig.* 2. *e* 3.) AD maggiore, IM minore; ma siano eguali le loro medie velocità. Dico, che come la sezione AD alla sezione IM, così essere la quantità dell'acqua che scorre per AD, alla quantità dell'acqua che scorre per IM in tempi eguali.

S'intendano le quantità dell'acque conformate in prismi sopra le sue sezioni, e sia della prima il prisma CF, e della seconda il prisma MP; adunque AE sarà la media velocità della sezione AD, e IP velocità media della sezione IM; e perchè le sezioni si suppongono egualmente veloci, saranno AE, IP fra loro eguali; e però i prismi CF, AP egualmente alti. Ma i prismi egualmente alti sono fra loro come le basi; adunque come AD ad IM, così il prisma CF al prisma MP; e però come la sezione AD alla sezione IM, così la quantità dell'acqua, che passa per AD, alla quantità dell'acqua che passa in tempo eguale per IM; il che ec.

Corol. i. Adunque se le sezioni siano artificiali, e della medesima altezza, ma d'ineguale larghezza, le quantità dell'acqua saranno fra loro come le larghezze delle sezioni.

Corol. ii. E se le dette sezioni fossero della medesima larghezza, ma d'ineguale altezza, sarebbero le quantità dell'acqua come l'altezze, supposta però la medesima velocità media nell'una, e nell'altra sezione.

### PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell'acqua che passano in tempi eguali per eguali sezioni, ma di velocità disuguali, sono fra loro come le velocità medie delle sezioni.

Siano le sezioni eguali (*fig* 2. *e* 3.) AD, IM, e sia la sezione AD meno veloce della sezione IM. Dico, che la quantità dell'acqua che passa per AD, alla quantità dell'acqua che passa in eguale tempo per IM, è come la velocità media della sezione AD alla velocità media della sezione IM.

Si riducano, come sopra, le acque ne' prismi CF, KO; e perchè sono eguali le sezioni AD, IM, saranno i prismi CF, KO sopra basi eguali; ma i prismi costituiti sopra basi eguali sono fra loro come l'altezze: adunque come il prisma CF al prisma KO, così l'altezza AE all'altezza IP; ma il prisma CF è l'acqua che passa per la sezione AD, e il prisma KO è l'acqua che corre per la sezione IM, e l'altezza AE è la velocità media della sezione AD, e l'altezza IP la velocità media della sezione IM; adunque come la quantità dell'acqua per AD alla quantità dell'acqua per IM, così la velocità media della sezione AD alla velocità media della sezione IM; il che ec.

Corol. i. Dal metodo, col quale abbiamo provato le superiori proposizioni, chiaramente apparisce, chè se le quantità dell'acqua siano eguali, e le sezioni, per le quali sono scaricate, egualmente veloci, saranno ancora le medesime sezioni eguali.

Corol. ii. E se le quantità dell'acqua siano eguali, ed eguali le sezioni, saranno ancora egualmente veloci.

## PROPOSIZIONE VI.

Le quantità dell' acqua, che passano nel medesimo tempo per le sezioni del medesimo, o di fiumi diversi, hanno fra loro proporzione composta delle proporzioni della sezione alla sezione, e della velocità media della prima sezione alla velocità media della seconda.

Siano le sezioni (*fig.* 2. *e* 3.) AD, IM: dico che la quantità dell' acqua, che passa per AD, alla quantità dell' acqua, che passa in tempo eguale per IM, avrà la proporzione composta della proporzione della sezione AD alla sezione IM, e della velocità media della sezione AD, alla velocità media della sezione IM.

Imperocchè s' intendano le quantità dell' acqua ridotte ne' prismi retti CF, KO: sarà dunque AE la velocità media della sezione AD, e IP velocità media della sezione IM. Avendo dunque tutti i prismi proporzione composta delle basi, e dell' altezze loro, sarà la proporzione del prisma CF al prisma KO composta delle proporzioni della base, ovvero della sezione AD alla base, ovvero alla sezione IM, e dell' altezza AE, ovvero della velocità media della sezione AD all' altezza IP, ovvero alla velocità media della sezione IM: ma il prisma CF è la quantità dell' acqua che passa per AD, e il prisma KO è la quantità dell' acqua che passa per IM; dunque l' acqua, che passa per AD, all' acqua che passa per IM, ha proporzione composta della proporzione della sezione AD alla sezione IM, e della velocità media per AD alla velocità media per IM; il che ec.

Corollario. Avendo le sezioni AD, IM, per essere rettangoli, proporzione composta delle proporzioni di AC ad IK, e di CD a KM, ne segue, che la quantità dell' acqua che scorre per la sezione AD, alla quantità dell' acqua che scorre in tempo eguale per la sezione IM, avrà proporzione composta delle proporzioni dell' altezza della prima sezione AD all' altezza della seconda sezione IM, della larghezza della sezione AD alla larghezza della sezione IM, e della velocità media per AD alla velocità media per IM.

Scolio. Da questa universal proposizione ne segue la verità della quarta, e quinta proposizione; le quali apposta da se separatamente abbiamo dimostrate, per non confondere sul bel principio i lettori con una moltitudine di corollari.

## PROPOSIZIONE VII.

Se un fiume gonfi per aumento di nuova acqua, la quantità dell' acqua che scorre nel gonfiamento, alla quantità dell' acqua che scorreva avanti il gonfiamento in egual tempo, ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media avanti il gonfiamento alla

velocità media nel tempo del gonfiamento, e dell'altezza avanti il gonfiamento all'altezza nel tempo del gonfiamento.

Sia il fiume (*fig.* 4.) la sezione del quale avanti il gonfiamento sia AD, e per accrescimento di nuova acqua gonfi sino ad EF, di maniera che faccia la sezione ED: dico che la quantità dell'acqua che scorre per la sezione AD, alla quantità dell'acqua che passa per la sezione ED, avrà proporzione composta delle proporzioni della velocità media della sezione AD alla velocità media della sezione ED, e dell'altezza AC all'altezza EC.

Conciossiachè la proporzione della quantità dell'acqua che passa per AD, alla quantità dell'acqua, che in tempo eguale passa per ED, è composta delle proporzioni della velocità media per AD alla velocità media per ED, e della sezione AD alla sezione ED; ma la sezione AD alla sezione ED è come AC a CE; adunque la quantità dell'acqua che scorre per AD, alla quantità dell'acqua che scorre per ED in egual tempo, è composta delle proporzioni della velocità media per AD alla velocità media per ED, e dell'altezza AC all'altezza EC: il che ec.

SCOLIO. Questa proposizione non ha luogo se non nelle sezioni artificiali; imperocchè le naturali per lo più non hanno la proporzione dell'altezze. Tutte però le proposizioni dimostrate avanti si verificano ancora nelle sezioni naturali, quantunque per facilità della dimostrazione le abbiamo supposte sezioni artificiali; ma nelle seguenti proposizioni le sezioni si suppongono necessariamente artificiali.

### PROPOSIZIONE VIII.

Nel medesimo fiume la velocità media di una sezione alla velocità media d'un'altra ha la proporzione composta delle proporzioni dell'altezza viva della seconda sezione all'altezza viva della prima, e della larghezza della seconda sezione alla larghezza della prima.

Siano le sezioni (*fig.* 5. *e* 6.) AB, DE del medesimo fiume, nelle quali siano l'altezze vive AG, DH, e le larghezze GB, HE, e sia la velocità media della sezione AB la linea BC, e la velocità media della sezione DE la linea EF; dico che la BC all'EF ha proporzione composta delle proporzioni di DH a GA, e di HE a GB.

Perchè dunque eguale quantità d'acqua passa per l'una, e l'altra sezione AB, DE, sarà come la velocità BC alla velocità EF, così la sezione DB alla sezione AB; ma la proporzione della sezione DE ad AB è composta delle proporzioni di DH a GA, e di HE a GB; adunque la velocità BC alla velocità EF sarà in composta proporzione di DH a GA, e di HE a GB: il che ec.

## PROPOSIZIONE IX.

Nel medesimo fiume l'altezza viva dell'acqua d'una sezione all'altezza viva dell'acqua d'un'altra è in proporzione composta della proporzione della larghezza della seconda sezione alla larghezza della prima, e della velocità media della seconda alla velocità media della prima.

Siano le sezioni del medesimo fiume (*fig.* 2. e 3.) AD, IM, le altezze vive delle quali siano AC, IK, e le larghezze CD, KM; dico che AC ad IK ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della sezione IM, alla velocità media della sezione AD, e della larghezza KM alla larghezza CD.

Si suppongono le quantità dell'acqua, che passano per l'una, e l'altra sezione in tempi eguali, ridotte ne' soliti prismi CF, KO, i quali saranno eguali; e saranno CG, KQ le velocità medie delle sezioni AD, IM; ma degli uguali prismi si rispondono le basi reciprocamente all'altezze; adunque come l'altezza AC all'altezza IK, così la base KN alla base CH; ma la base KN alla base CH è in composta proporzione delle proporzioni di KM a CD, e di KQ a CG: adunque la proporzione di AC ad IK avrà proporzione composta di KM a CD, e di KQ a CG, cioè l'altezza AC all'altezza IK avrà proporzione composta della velocità media della seconda sezione IM alla velocità media della prima sezione AD, e della larghezza KM della seconda sezione alla larghezza CD della prima; il che ec.

Corol. i. Dal progresso di questa proposizione si fa manifesto, che se le larghezze delle sezioni CD, KM si piglino per altezze de' prismi, sarà la proporzione delle larghezze CD, KM composta delle proporzioni di IK a CA, e KQ a CG, e la larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda avrà proporzione composta della velocità media della seconda sezione alla velocità media della prima, e dell'altezza viva della seconda sezione all'altezza viva della prima.

Corol. ii. È parimente manifesto, che le passate due proposizioni non solo hanno luogo nelle sezioni del medesimo fiume, ma ancora in quelle di diversi, purchè passino per esse eguali quantità d'acqua in tempo eguali.

## PROPOSIZIONE X.

Se l'acqua d'un fiume entri in un altro fiume, l'altezza che ha l'acqua del primo fiume nel proprio alveo, all'altezza, che la medesima, ovvero un'altra mole eguale ad essa ha nel secondo fiume, ha proporzione composta della velocità, che ha nel secondo fiume, alla velocità, che aveva nel proprio alveo, e della larghezza del secondo fiume alla larghezza del proprio alveo.

Sia la sezione del primo fiume influente (*fig.* 5. *e* 6.) AB, l' altezza del quale sia AG, la larghezza GB, e la velocità media sia BC. Sia dipoi DH l' altezza che ha nel secondo fiume l' acqua influente, e la larghezza del secondo fiume HE, e perciò DE la sezione, per la quale l' acqua del primo fiume scorre per lo secondo fiume, e la sua velocità EF. Dico che l' altezza AG all' altezza GH avrà proporzione composta della velocità EF alla velocità BC, e della larghezza HE alla larghezza GB.

Imperciocchè scorrendo eguali quantità d' acqua per le sezioni AB, DE; sarà AG a DH in proporzione composta delle proporzioni di EF a BC, e HE a GB; il che ec.

Scolio. Si dee avvertire, che mentre diciamo AG a DH avere una data proporzione, noi non pigliamo DH per l' aumento fatto nel fiume per causa dell' accrescimento della nuova acqua; imperocchè AG all' aumento fatto nel fiume non ha sempre quella proporzione che ha a DH, ma per lo più l' ha maggiore, come a suo luogo sarà manifesto.

Corol. Da questa proposizione, e dall' ottava si fa manifesto, che la velocità media che ha l' acqua del fiume influente nel proprio alveo, alla velocità media che ha nel secondo fiume, ha proporzione composta delle proporzioni della larghezza del secondo fiume alla larghezza del primo, e dell' altezza che ha nel secondo fiume, all' altezza che aveva nel proprio alveo.

## PROPOSIZIONE XI.

Se il complesso delle velocità di alcuna perpendicolare si figuri in un rettangolo sopra alla perpendicolare, come sopra base, sarà l' altezza del rettangolo la media velocità di quella perpendicolare.

Sia la perpendicolare (*fig.* 1.) AB, e il complesso delle sue velocità naturali si contenga nella figura ABCK, e sia tal figura ridotta nel rettangolo BL, di maniera che abbia l' AB per base; dico la sua altezza AL essere la velocità media della perpendicolare AB. Imperciocchè il lato LM parte sarà nella figura ABCK, e parte fuori di essa, come da se stesso è chiaro; che se fosse altrimenti il rettangolo, o sarebbe maggiore, o minore della figura; adunque segherà la linea KC in qualche punto, v. g. in H, pel quale si conduca HF paralella all' altezza AL. Perchè dunque il rettangolo BL è eguale ad ABCHK, se si leverà la parte comune ABMHK, sarà la figura KHL eguale alla figura MHC; ma KHL è l' eccesso delle velocità col quale FH, una delle velocità fra A, e B, supera la velocità fra A, ed F, e MHC è l' eccesso delle velocità, col quale la medesima FH è superata dalle velocità fra F, e B; adunque la velocità FH tanto è superata dalle

velocità fra F, e B, di quanto ella supera le velocità fra F, ed A, e perciò sarà FH velocità media della perpendicolare AB; ma FH è eguale ad AL, adunque ancora AL sarà velocità media della medesima perpendicolare AB; il che ec.

Corol. Essendo il rettangolo BL, per la costruzione, eguale al complesso delle velocità naturali dell'acqua nella perpendicolare AB, si potrà ancora il medesimo pigliare come per complesso delle velocità della medesima perpendicolare.

## Proposizione XII.

Il complesso delle velocità di qualche perpendicolare al complesso delle velocità d'un'altra, ha proporzione composta della velocità media della prima perpendicolare alla velocità media della seconda, e della prima perpendicolare alla seconda.

Sieno le perpendicolari (*fig.* 7. *e* 8.) AB, CD, dico che il complesso delle velocità della perpendicolare AB al complesso delle velocità della perpendicolare CD ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della perpendicolare AB alla velocità media della perpendicolare CD, e di AB a CD.

Poichè gli aggregati delle velocità delle perpendicolari AB, CD si riducano ne' rettangoli BE, DF, le basi de' quali siano AB, CD sarà dunque il rettangolo BE il complesso delle velocità della perpendicolare AB, e DF il complesso delle velocità della perpendicolare CD; ma i rettangoli BE, DF sono fra loro in proporzione composta delle proporzioni di AE a CF, e di AB a CD; ma AE è velocità media della perpendicolare AB, e CF è velocità media della perpendicolare CD, adunque il complesso delle velocità della perpendicolare AB al complesso delle velocità della perpendicolare CD ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media AE alla velocità media CF, e della perpendicolare AB alla perpendicolare CD; il che ec.

Corol. i. Ne segue da questa proposizione, che se le velocità medie sono eguali, gli aggregati delle velocità fra loro hanno la medesima proporzione che le perpendicolari.

Corol. ii. E se le perpendicolari sono eguali, gli aggregati delle velocità saranno fra loro come le medie velocità.

Corol. iii. Se poi gli aggregati delle velocità delle due perpendicolari siano fra loro eguali, ne segue, che le velocità medie delle medesime perpendicolari siano in proporzione reciproca delle perpendicolari.

Corol. iv. E perchè i rettangoli che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono all'altezze, sono fra loro eguali, ne segue,

che se le velocità medie, e le perpendicolari siano fra loro in reciproca proporzione, gli aggregati delle velocità saranno fra loro eguali.

PROPOSIZIONE XIII.

Nelle sezioni egualmente larghe, le somme delle velocità d'una perpendicolare in ciascuna sezione sono fra loro come le quantità dell'acqua, che passano per le medesime sezioni in tempi eguali.

Sieno due sezioni (*fig.* 4.) AD, ED della medesima larghezza CD, ma d'ineguale altezza AC, EC; e sia G l'acqua, che passa per AD, ed H l'acqua che scorre per ED in tempo eguale. Sia di poi I il complesso delle velocità della perpendicolare AC, ed L il complesso delle velocità della perpendicolare EC, e finalmente sia M la velocità media della sezione AD, ed N la velocità media della sezione ED: dico come I ad L, così essere G ad H.

Imperocchè la ragione di G a H, cioè dell'acque, è composta delle proporzioni di M ad N, cioè delle velocità medie, e di quella della sezione AD alla sezione ED; ma è come AD ad ED, così AC ad EC; la proporzione adunque di G ad H sarà composta delle proporzioni di M ad N, di AC ad EC; ma la proporzione di I ad L, cioè il complesso delle velocità, anch'essa è composta dalle proporzioni di M ad N, e di AC ad EC; adunque come I ad L, così G ad H; il che ec.

PROPOSIZIONE XIV.

Le quantità dell'acqua, che passano in tempi eguali per qualsivogliano sezioni artificiali, fra loro hanno proporzione composta delle proporzioni del complesso delle velocità d'una perpendicolare della prima sezione al complesso delle velocità d'un'altra perpendicolare nella seconda sezione, e della larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda.

Sieno le sezioni (*fig.* 7. *e* 8.) AG, CH; dico che la quantità dell'acqua che passa per AG, alla quantità dell'acqua, che in tempo eguale passa per CH, è in composta proporzione delle proporzioni del complesso delle velocità della perpendicolare AB, al complesso delle velocità della perpendicolare CD, e della larghezza BG della prima sezione alla larghezza DH della seconda.

Sia I la quantità dell'acqua che passa per AG, e K la la quantità dell'acqua che passa in tempo eguale per CH, e si faccia come il complesso delle velocità della perpendicolare AB, al complesso delle velocità della perpendicolare CD, così L ad M; e come la larghezza BG alla larghezza DH, così M ad N; sarà la proporzione di L ad N composta delle proporzioni, che hanno fra loro gli aggregati delle

velocità, e le larghezze delle sezioni. Sia dipoi O velocità media della sezione AG, e P velocità media della sezione CH, si dee provare come I a K, così essere L ad N.

Conciossiachè L ad M è composta delle proporzioni di AB a CD, e di O a P; adunque L ad N avrà proporzione composta di AB a CD, di O a P, e di BG a DH; ma delle medesime proporzioni è composta quella di I a K; adunque la proporzione di I a K sarà la medesima di L ad N; il che ec.

### PROPOSIZIONE XV.

Gli aggregati delle velocità di due sezioni hanno fra loro proporzione composta delle proporzioni del complesso delle velocità d'una perpendicolare nella prima sezione, al complesso delle velocità d'un'altra perpendicolare nella seconda sezione, e della larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda.

Sieno le due sezioni (*fig.* 2. *e* 3.) AD, IM, e le sue larghezze CD, KM; dico che il complesso delle velocità della sezione AD al complesso delle velocità della sezione IN, ha proporzione composta del complesso delle velocità della perpendicolare AC, al complesso delle velocità della perpendicolare IK, e della larghezza CD, alla larghezza KM.

Si faccia il rettangolo CE eguale al complesso delle velocità della perpendicolare AC, e s'intenda eretto al piano della sezione AD; similmente si costituisca un altro rettangolo DF eguale al complesso delle velocità della perpendicolare BD, e s'intenda paralello al rettangolo CE; e si congiungano FE, HG. E perchè le perpendicolari AC, BD nella medesima sezione sono uguali fra loro, e a quelle parimente sono eguali qualsivogliano altre, ne segue, che la velocità media della perpendicolare AC, sia eguale alla velocità media della perpendicolare BD; e perciò saranno egnali fra loro le linee BF, AE, e per conseguenza ancora i rettangoli DF, CE saranno fra loro eguali, e simili, e similmente posti; ma sono ancora paralelli, adunque il solido CF sarà un prisma, la base del quale sarà il rettangolo CE, e l'altezza CD, ovvero AB. E se si riducano in rettangoli gli aggregati delle velocità di tutte le perpendicolari fra AC, e BD, saranno tutti eguali al rettangolo CE de' suddetti rettangoli; e se si pongano paralelli a' rettangoli CE, DF, i lati omologhi a' lati EG, FH saranno nel rettangolo FG, e tutti comporranno il prisma CF; adunque il prisma CF sarà il complesso delle velocità della sezione AD. Poste le medesime cose, si dimostrerà nell'altra sezione IM il prisma KO essere il complesso delle velocità della sezione IM; ma i prismi hanno proporzione composta delle proporzioni delle basi, e

delle altezze, adunque il prisma CF al prisma KO, avrà proporzione composta delle proporzioni della base CE alla base KP, e di CD, KM; ma CE è il complesso delle velocità della perpendicolare AC, e KP il complesso delle velocità della perpendicolare IK; adunque ancora il complesso delle velocità della sezione AD, al complesso delle velocità della sezione IM, sarà in composta proporzione del complesso delle velocità della perpendicolare AC, al complesso delle velocità della perpendicolare IK, e della larghezza CD alla larghezza KM; il che ec.

Corol. E perchè per la proposizione 14. le quantità dell' acqua in diverse sezioni sono fra loro in ragione composta della proporzione, che hanno fra di loro gli aggregati delle velocità nelle perpendicolari di diverse sezioni, e della proporzione delle larghezze delle medesime, ed essendosi nella superiore proposizione dimostrato, che la medesima proporzione è composta degli aggregati delle velocità in diverse sezioni, ne segue, che le quantità dell' acqua sono fra loro nella medesima proporzione, che gli aggregati delle velocità delle sezioni, per le quali passano, o piuttosto essere lo stesso il complesso delle velocità d' una sezione, e l' acqua che scorre per la medesima, presa astrattamente.

Scolio. Queste ultime proposizioni intorno gli aggregati delle velocità, benchè si potessero ridurre all' antecedenti, o almeno dalle medesime si potessero ricavare immediatamente, contuttociò abbiamo intrapreso a dimostrarle quì separatamente, acciocchè dalla similitudine delle proprietà, e delle passioni, chiaramente apparisse la connessione, o l' identità, o almeno la proporzionalità che hanno fra loro gli aggregati delle velocità, e le quantità dell' acque, o si considerino in una intera sezione, o solamente in una perpendicolare; e acciocchè frattanto il lettore s' assuefacesse a pigliare i complessi delle velocità in cambio delle quantità dell' acqua, essendo per essere frequente ne' libri seguenti l' uso di essi.

## *LIBRO SECONDO.*

### NEL QUALE SI PROPONE LA MISURA DELL' ACQUE CORRENTI NE' CANALI INCLINATI SOLITARI.

### SUPPOSIZIONE.

Per dare luogo alla dottrina, supponiamo gli alvei de' fiumi, ovvero i canali essere vasi lunghi, che abbiano il fondo loro sempre nel medesimo piano, e i suoi lati piani verticali perpendicolari al piano del fondo, per li quali l' acqua scorre, o può scorrere dal più alto

al più basso termine, e i medesimi non ritorti, ma indirizzati dirittamente al suo termine.

## DEFINIZIONI.

I. *Canale solitario* è quello che piglia tutta la sua acqua dal principio, e quella scarica al termine del suo corso, senza accrescimento, o mescolamento d'altri canali, come sono quelli che da' suoi fonti, o laghi pigliano tutta la loro acqua, la quale per tutto il tratto del loro corso non si mescola con l'acque d'altri canali.

II. *Canale unito* si dica quello che riceve l'acqua da due, o da più minuti canali scambievolmente uniti, uno de' quali influisca nell'altro, o si faccia l'unione solamente in uno, o in più luoghi, come sono per ordinario tutti i fiumi, le acque de' quali si radunano insieme per la confluenza di più rivi.

III. *Canale inclinato* è quello, le parti del quale inegualmente sono distanti dal centro de' gravi, altre più, altre meno.

IV. *Principio d'un canale* intendo quel punto, ovvero quella linea, nella quale prolungandosi il piano inclinato del canale, concorre colla superficie dell'acqua.

V. *Orizzontale* adunque *per lo principio dell'alveo* si dica quella linea, che si tira dal principio dell'alveo paralella all'orizzonte.

VI. *Orizzontale della sezione* è una linea, ovvero un piano tirato per lo fondo della sezione paralello all'orizzonte.

VII. *Angolo della inclinazione* di qualchè canale è quello, che è fatto della linea orizzontale dal principio dell'alveo, e della linea della direzione del canale.

VIII. *Sezioni simili negli alvei declivi*, ovvero inclinati, si chiamino quelle, che egualmente sono distanti dal principio dell'alveo, e questo è chiaro, che non si possono trovare se non in diversi canali.

IX. *Sezioni similmente poste* si chiamino quelle, che si fanno in canali egualmente inclinati all'orizzonte.

X. *Luci* sono i forami di varia figura o circolare, o quadrata, ec. fatti ne' lati, o nel fondo di qualche vaso, pe' quali l'acqua, essendo ripieno il vaso, possa passare.

### PROPOSIZIONE I.

Se da un vaso pieno di acqua si cavi dell'acqua da luci, o forami simili, ed eguali, ma posti inegualmente sotto la superficie dell'acqua, le quantità dell'acqua cavata saranno fra loro in suddupplicata proporzione dell'altezza dell'acqua che fa forza d'escire; purchè però perseveri sempre sopra i lumi eguale altezza d'acqua.

Questa proposizione vien dimostrata dall'esperienza; imperocchè oltre alle osservazioni degli altri, quelle del sig. Mariotte in particolare

sono state da me riesperimentate appresso il R. Abate D. Taddeo Peppoli l'anno 1683. il dì 14. d'Ottobre: perciocchè nel convento di S. Bernardo de' PP. Olivetani di questa città, favorendomi in persona il medesimo R. Abate (la memoria del quale sempre con animo grato sarà da me venerata, siccome in perpetuo mi dorrò della morte, benchè dopo una lunga vita, poco dopo ciò seguita) e D. Giovanni Ludovico Donello, dottor collegiato di filosofia, e medicina, e con qualche lode nelle matematiche versato, mio strettissimo amico, e da lui medesimo, e da altri amici ne' miei studj, ed esperienze aiutato, fu preparato un vaso cilindrico d'altezza di quattro piedi, col diametro della sua base lungo due piedi; e divisa la sua altezza in sedici parti eguali, furono dipoi fatti in un lato del vaso altrettanti fori circolari eguali fra loro: a tutti questi furono messe le sue cannelle di legno egualissime, la cavità interiore delle quali, dappertutto della medesima grossezza, e diligentissimamente spianata, e pulita, era più larga di un'oncia nel suo diametro, e alla loro parte esteriore fu adattato delle lame di metallo con un foro circolare nel mezzo, eguale ad un quarto d'oncia, col suo centro per l'appunto corrispondente all'asse della cannella, che sigillavano esattamente il resto del foro, che rimaneva. Dipoi ripieno il vaso d'acqua, e preparato un pendolo lungo once 28, e un quinto, fu osservata la quantità dell'acque, che escirono nello spazio di quindici vibrazioni. Primieramente dalla cannella inferiore, chiuse le altre, nel suddetto tempo l'acqua cavata fu once 123, mantenendo nel vaso la superficie dell'acqua nella medesima altezza: e serrata la cannella inferiore, e aperta la più alta di tutte, acciocchè l'altezza dell'acqua scemasse tre once, restando di gettare la detta più alta, fu aperta di nuovo l'inferiore, e l'acqua cavata in altre quindici vibrazioni fu once 118, e si seguitò così successivamente nell'altre, finchè non si arrivò all'altezza d'once 24. E per essere allora assai difficile mantenere l'acqua nella medesima altezza durante il tempo, che la cannella gettava, fu serrata l'inferiore cannella; e di nuovo ripieno il vaso d'acqua, fu riaperta quella che era sommersa once 24 sotto la superficie dell'acqua, e nel dato tempo si osservò essere escite once 93 d'acqua, e si seguitò successivamente l'esperienza secondo il metodo di sopra, fino che si arrivò a tre once d'altezza. E perchè la luce di quest'ultima cannella, benchè pochissimo, e quasi insensibilmente era maggiore della superiore; del che primieramente ci avvedevamo dalla quantità dell'acqua, che esciva, dipoi con esperienza sottilissima dalla rettificazione, o riscontro del diametro; perciò dalla mutazione della luce doppia osservazione fondamentale si ebbe a fare, la prima in altezza d'once 48, e la seconda in altezza d'once 24. Tutte le osservazioni sono nella seguente tavola insieme

## PROPOSIZIONE II.

**L'acqua che passa per qualche sezione d'un canale inclinato scorre con la medesima velocità, che scorrerebbe uscendo da un vaso per una luce simile, ed eguale alla sezione, e tanto remoto dalla superficie dell'acqua, quanto la sezione è distante dall'orizzontale tirata dal principio del canale.**

---

Riferisce il Guglielmini nell'appendice del libro 6, che da un foro quadrato di un quarto d'oncia, sopra cui era l'acqua alta piedi bolognesi 3, once 10 $\frac{7}{8}$ ovvero piedi parigini 4. 7 $\frac{36}{41}$, escì una quantità d'acqua in 1', che conformata in un prisma, che avesse per base il foro del vaso, avrebbe avuto l'altezza di piedi 427 once 9 $\frac{11}{393}$, o sieno once 5133, o piedi parigini 500 $\frac{3}{4}$ prossimamente. Laddove la velocità competente ad un corpo cadente dall'altezza di piedi parigini 4. 7 $\frac{36}{41}$, sarebbe quella di piedi 16. 8. 2. 4 per 1'', o sieno piedi 964 in 1', onde il riferito esperimento dà più tosto una quantità eguale alla colonna dell'acqua sopra il foro, che doppia, come dovrebbe essere nell'ipotesi, che la velocità dell'acqua all'escir del vaso fosse quella, che un corpo avesse acquistato cadendo dall'altezza, in cui è l'acqua nel vaso. Parimente il Mariotte trovò, che da un foro di tre linee di diametro, posto 13 piedi sotto la superficie dell'acqua, escivano in un minuto 14 pinte, ciascuna delle quali pesa due libbre, e delle quali 35 fanno un piede cubico; la qual quantità d'acqua conformata in un cilindro, che abbia per base il sopraddetto foro, avrebbe d'altezza piedi 1148. Laddove la velocità competente alla caduta di piedi 13 parigini, sarebbe piedi parigini 27. 11. 1. 7, ovvero in un minuto primo, piedi 1675. 8. 6. 0; talchè anco quest'esperimento è lontano dal dare l'accennata velocità. Altre diversità ancora nelle quantità dell'acqua osservò provenire il Poleni dal modo di estrarla; estraendola cioè per mezzo d'un cannello fatto a guisa di cono tronco, la quantità dell'acqua era maggiore, che estraendola per un cannello cilindrico; e la quantità dell'acqua estratta per un cannello cilindrico, vide esser maggiore della quantità estratta per un semplice foro. È notabile per altro, che le quantità dell'acqua estratte in un istesso modo, cioè o quelle pel cannello conico, o quelle pel cilindrico, o l'altre pel semplice foro, estratte o da un lato del vaso, o dal fondo, furono costantemente in ragione sudduplicata dell'altezze; ma le sopracennate diversità nelle quantità dell'acqua fanno non senza ragione sospettare, che nell'escita dell'acqua da' vasi alcune cause vi sieno, che turbino il libero e intero moto naturale dell'acqua; forse che l'acqua laterale al foro, dicono alcuni, dà alle particelle dell'acqua che esce presso agli orli, una direzione verso l'asse dello zampillo, e queste impediscono l'escita delle particelle di mezzo, e cessa questo impedimento almeno in parte, allorchè si adatti al foro un cannello, le cui pareti attraggano a se quelle prime particelle, che alteravano all'acqua la direzione, e ne impedivano il libero esito. Ma sieno quali più si vogliono le cause di ciò, realmente si osserva, che a piccola distanza dagli orifizi de' vasi, da' quali esce l'acqua, lo zampillo si ristringe, sia il getto verticale, o orizzontale nel quale

Sia il canale inclinato (*fig.* 11.) AB, pel quale scorra l'acqua nella sezione B, e sia la linea AE l'orizzontale per lo principio del canale; dico che l'acqua per la sezione B, scorrerà con la medesima velocità, che se scorresse per la medesima sezione B, come se fosse un foro d'un vaso chiuso ABE, nel quale AE sia la superficie dell'acqua. Conciossiachè, essendo l'acqua un corpo grave, se ci

non può sospettarsi ciò accadere per l'accelerazione: questo ristringimento fu notato con occhio filosofico dal celebre Newton, e ritrovò essere il diametro dello zampillo in tal luogo, ovvero il diametro della vena ristretta, al diametro del foro, come 6:5, ovvero come $6\frac{1}{2} : 5\frac{1}{2}$ incirca, ed avvertì, che sopra la sezione della vena ristretta, e non sul foro doveasi istituire il calcolo della quantità dell'acqua. Il che facendo, l'esperienze molto si avvicinano a dar la velocità dell'acqua che esce da' vasi, eguale a quella, che hanno i corpi liberamente cadenti. Ed in fatti il Poleni notò, che da un foro di linee 26 di diametro, fatto in una lastra, essendo l'acqua sopra esso piedi 1. 9. 4, escirono in 4' 37'' poll. cubi d'acqua 73035, e però in 1'' poll. $263\frac{2}{3}$ prossimamente; il diametro della vena ristretta fu lin. $20\frac{1}{2}$, onde viene la sezione della vena ristretta 329. 9, o sieno poll. $2\frac{21}{72}$ prossimamente, pe' quali dividendo $263\frac{2}{3}$, ne viene l'altezza del cilindro d'acqua escito in 1', di poll. 115; laddove un corpo liberamente caduto dall'altezza di piedi 1. 9. 4 farebbe poll. 124: la differenza, come si vede, è molto piccola, e da potersi ascrivere allo sfregamento negli orli del vaso, alla resistenza dell'aria, e alla misura istessa della vena, che non può mai prendersi precisamente. Fatta poi l'altezza dell'acqua di piedi 3. 9. 2 per l'istesso foro di lin. 26 di diametro, escirono in 3' 11'' $\frac{1}{2}$ poll. cubi 73035, o sieno in 1' poll. $362\frac{1}{2}$ prossimamente, essendo il diametro della vena ristretta $20\frac{1}{2}$; onde il cilindro dell'acqua sarà alto prossimamente poll. 152, laddove la velocità d'un corpo caduto da detta altezza sarebbe poll. 181. Accostandosi di tanto l'esperienza a dare all'acque che escono da' vasi l'istesse velocità, che avrebbero i corpi cadendo dall'altezza, in cui è l'acqua sopra il foro; e le differenze che si ritrovano tra l'esperienze, ed il calcolo, potendosi ascrivere ad alcune cause accidentali, ed alla difficoltà dell'esperienza istessa, pare potersi concludere, che veramente i fluidi all'escir de' fori fatti nel fondo, o nella parete d'un vaso, non abbiano diversa velocità da quella, che avrebbe un corpo acquistata in fine della discesa, se esso cadesse da una altezza eguale appunto a quella che ha l'acqua sopra il foro del vaso. Quindi è, che la quantità dell'acqua, che astraendo dalle sopraddette cause, escirebbe da un foro fatto in un vaso, nel tempo che un corpo solido caderebbe dall'altezza che ha l'acqua nel vaso, sarà doppia della colonna d'acqua soprapposta all'istesso foro.

Donde si può dedurre, che l'impressione fatta dall'acqua, che corre con una data velocità sopra una superficie piana, equivale al peso d'un cilindro d'acqua, la cui base sia l'istessa superficie, e l'altezza sia doppia di quella, da cui dovrebbe cadere un corpo per acquistare quella velocità, che ha l'acqua corrente.

immagineremo, che da A sia scorsa per lo piano inclinato AB, sarà in B la medesima velocità, che in D, se da A fosse piombata in D (supponendosi AD perpendicolare all'orizzonte, e tagliata dall'orizzontale DB) ovvero da C in B; ma nel vaso chiuso la velocità della luce B è la medesima, che avrebbe l'acqua se scorresse da C in B; adunque scorra l'acqua per lo canale AB nella sezione B, o scorra fuora dal vaso ABE per la luce B, sarà sempre la medesima velocità. Il che ec.

Corol. i. Da queste cose si ricava, le velocità in diverse sezioni d'un medesimo canale essere in proporzione sudduplicata delle perpendicolari tirate dalle sezioni all'orizzontale per lo principio dell'alveo. Imperocchè, essendo le velocità nelle luci FB, in sudduplicata proporzione delle linee FG, BC, ancora le velocità nelle sezioni F, B, avranno la medesima sudduplicata proporzione.

Corol. ii. E perchè come FG, a BC, così è FA, a BA, saranno ancora le velocità delle sezioni F, B, in sudduplicata proporzione delle linee FA, AB, cioè delle distanze dal principio dell'alveo.

Corol. iii. Ritrovata adunque la media proporzionale fra GF, e CB, ovvero fra AF, e AB, sarà come GF, o AF, alla media, così la velocità F alla velocità B.

Corol. iv. Per la qual cosa se con l'asse AB, e 'l vertice A si descriva la semiparabola AHL, e si tirino le semiordinate FH, BL, saranno queste la misura delle velocità de' punti, ovvero delle sezioni F, B, e così degli altri.

Corol. v. Dalle sopraddette cose se ne deduce, che sempre più crescono le velocità, quanto più si discostano le sezioni dal principio dell'alveo: al contrario poi, essendo che, stando nel medesimo stato il canale, le velocità contrariamente rispondano alle sezioni, ne segue conseguentemente, che sempre le sezioni sono minori, e se le medesime si suppongono egualmente larghe, l'altezze saranno sempre minori.

## PROPOSIZIONE III.

In qualsivoglia sezione d'un canale inclinato, la velocità è maggiore nel fondo, che nella superficie dell'acqua.

Sia il canale inclinato (*fig.* 12.) AB, e in esso la sezione con l'altezza BC; dico che la velocità in B, è maggiore di quella in C. Si tiri per lo principio dell'alveo l'orizzontale, alla quale da B, e C, si tirino le perpendicolari BE, CD; e perchè l'angolo CBA è retto, se da esso si cavi l'angolo acuto ABE, rimarrà l'angolo CBE acuto. Laonde tirata la perpendicolare CF, a BE, caderà dalla parte E, e taglierà la porzione FE minore di tutta la BE, adunque ancora DC sarà minore della medesima BE, ma la velocità B conviene alla discesa

BE, e la velocità C, alla discesa DC, e alla maggior discesa si conviene la maggiore velocità, adunque la velocità in B è maggiore che in C. Il che ec.

Corol. E perchè quanto è maggiore l'inclinazione, tanto più diminuisce l'angolo EBA, sarà conseguentemente maggiore l'angolo FBC, e però la perpendicolare CF caderà sempre più vicino al punto B, laonde la differenza fra la volocità del fondo, e della superficie, sarà sempre minore, quanto più sarà inclinato il canale; ed essendo a perpendicolo, cadendo CF in CB, le velocità si eguaglieranno fra loro.

PROPOSIZIONE IV.

In diverse sezioni del medesimo canale inclinato la proporzione della velocità del fondo, alla velocità della superficie, è sempre maggiore, quanto più le sezioni s'accostano al principio del canale.

Si supponga nella medesima figura la sezione (*fig.* 12.) GH più vicina al principio del canale, che la sezione B; dico, che la velocità G alla velocità H avrà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C. Perciocchè, fatte le medesime cose, GH è maggiore di BC, e ne' triangoli IGH, FBC tutti gli angoli sono eguali; imperocchè oltre agli angoli retti F, I, gli angoli FBC, IGH sono eguali, essendo complementi degli angoli uguali AGK, ABE, sarà ancora GI maggiore di FB; e perchè KG è minore di EB, tolta IG, da KG, e FB, da BE, rimarrà KI molto minore di FE: avrà adunque GI a FB maggior proporzione, che KI ad EF, e permutando GI, a KI, avrà maggior proporzione, che FB, ad EF, e componendo GK ad IK, ovvero a LH, l'avrà maggiore, che BE ad EF, o a DC. Sia X media propoprzionale tra GK, e LH, e Y media proporzionale fra EB, e CD, adunque KG ad X avrà maggior proporzione, che EB ad Y: ma la proporzione di KG, ad X è la medesima di quella della velocità G, alla velocità H, e la proporzione di EB ad Y è la medesima di quella della velocità B, alla velocità C. Sicchè la velocità G ad H avrà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C. Il che ec.

Corol. Si fa manifesto da queste cose, che nelle sezioni molto remote dal principio del canale, può accadere, che la differenza delle velocità sia sensibilmente eguale, particolarmente in quelle di poca altezza, avvicinandosi sempre più la proporzione all'egualità.

Scolio. E perchè quasi sempre nelle sezioni de' fiumi la distanza della superficie dell'acqua dal principio del canale, insensibilmente differisce dalla distanza del fondo dal medesimo principio, si potrà fisicamente pigliare la velocità del fondo, eguale alla velocità della superficie, ritardandosi particolarmente l'acqua nel fondo della sezione,

per cagion del contatto del medesimo fondo, d'onde ne segue, che ne' fiumi, particolarmente di poca altezza, l'acqua alle volte sia più veloce nella superficie, che nel fondo.

### PROPOSIZIONE V.

Assegnare una parabola nella quale si possa pigliare la misura delle velocità nella perpendicolare di qualche sezione.

Sia il canale inclinato (*fig.* 13.) ABG, il principio del quale sia A, la sezione B, e la sua altezza BC, bisogna assegnare una parabola, nella quale si possa pigliare la misura di tutte le velocità, esistenti nella linea BC. Dal punto A si tiri l'orizzontale AF, e si prolunghi BC finchè non convenga con AF, in F, e d'intorno all'asse BF si descriva la semiparabola FHG: dico, che questa sarà la ricercata parabola. Si tirino perpendicolari le BD, CE, ad AF, e le semiordinate BG, CH, ec. e perchè la velocità in B, alla velocità in C, è in sudduplicata proporzione di BD, a CE, ed è BD, a CE per la similitudine de' triangoli, come FB ad FC, sarà la velocità in B alla velocità in C, in sudduplicata proporzione di quella, che ha FB a FC; ma la medesima proporzione sudduplicata ha BG a CH, adunque le velocità B, e C, saranno fra loro, come BG a CH; adunque se BG s'intenderà essere la velocità del punto B, sarà CH la velocità del punto C, e LM del punto M, e così degli altri. Laonde la parabola FBG sarà la misura di tutte le velocità della perpendicolare BC. Il che ec.

Corol. Da queste cose è chiaro, lo spazio parabolico CBGH essere il complesso di tutte le velocità della perpendicolare BC.

### PROPOSIZIONE VI.

Data la proporzione delle semiordinate in uno spazio parabolico, e dato il segamento dell'asse fra le semiordinate, ritrovare l'asse della parabola.

Sia data nello spazio parabolico (*fig.* 14. *e* 15.) ABCD, la proporzione, che ha AB, a CD, e dato il segamento dell'asse bisogna ritrovare l'altezza dell'asse della parabola. Si faccia il quadrato della semiordinata maggiore CD, quale sia EH, e si faccia il quadrato della minore AB, che sia EF posto nell'angolo comune E, e si faccia come la differenza de' quadrati, cioè come lo gnomone ILM al quadrato EF, così AC, all'altra per lo diritto continovatale AG; dico, che CG sarà l'asse ricercato. Imperciocchè, come lo gnomone ILM al quadrato EF, così CA ad AG, sarà componendo, come lo gnomone insieme col quadrato EF, cioè il quadrato EH al quadrato EF, così CA

insieme con AG, cioè tutta la CG, a GA, sicchè GC, a GA starà come il quadrato EH, ovvero CD, al quadrato EF, ovvero AB; adunque il punto G sarà il vertice della parabola. Il che ec.

Corol. i. Adunque se AB, CD, sieno assegnate nelle parti del segamento AB, non solo si darà l' altezza della parabola, ma ancora la sua larghezza.

Corol. ii. Segue da questa proposizione, che se si darà, nella (*fig.* 13.) della precedente proposizione, la ragione delle velocità BG, CH, e la perpendicolare della sezione BC; si ritroverà l' asse BF della parabola, che misura tutte le velocità della perpendicolare BC.

Corol. iii. Anzi di più, se sarà noto l' angolo dell' inclinazione BAD, si potrà trigonometricamente ritrovare l' AB, e BD; cioè la distanza del fondo della sezione dal principio dell' alveo, e la distanza del medesimo fondo dall' orizzontale pel principio dell' alveo; poichè ne' triangoli ABD, ABF, oltre il lato BF, saranno noti tutti gli angoli.

### PROPOSIZIONE VII.

Riquadrare lo spazio parabolico.

Sia lo spazio parabolico ABCD, a cui si debba ritrovare un rettangolo eguale.

Si trovi l' asse (*fig* 16.) CE, e si faccia il rettangolo AF, uguale alla parabola AEB, e similmente alla parabola CED, si faccia uguale il rettangolo CG, e si prolunghi AB, e come CA ad AE, ovvero come HO ad OG, così sia KO ad OI, e si compisca il rettangolo HI: dico, che il rettangolo CI è eguale allo spazio parabolico CABD, Conciossiachè il rettangolo AF è eguale alla parabola AEB, e il rettangolo CG alla parabola CED, cavato dal rettangolo CG, il rettangolo AF, e dalla parabola CED, la parabola AEB, rimmarà lo spazio KFGHCAK eguale allo spazio parabolico CABD, sicchè levato di comune il rettangolo CO rimarrà il rettangolo FO eguale al rimanente spazio parabolico HOBD; ma il rettangolo FO, è eguale al rettangolo HI, avendo i lati reciprocamente proporzionali: adunque il rettangolo HI sarà eguale allo spazio parabolico HOBD; aggiunto adunque di comune il rettangolo CO, sarà tutto il rettangolo CI eguale allo spazio parabolico CABD. Il che ec.

### PROPOSIZIONE VIII.

**Ritrovare in un canale inclinato la media velocità di qualsivoglia perpendicolare.**

Sia nel canale inclinato la sezione (*fig.* 17.) B con l' altezza BC, bisogna trovare la media velocità della perpendicolare BC. Si descriva

la parabola, che sia la misura delle velocità della perpendicolare BC, e tirate le semiordinate BE, CH, si faccia il rettangolo BF eguale allo spazio parabolico BCHE, il lato del quale FI segherà la parabola in qualche punto G; e per G si conduca GK semiordinata all'asse BD, che seghi il medesimo asse nel punto K. Dico nel punto K essere la media velocità ricercata, e la medesima essere espressa dalla linea KG.

Poichè, se tutte le parti dell'acqua nella perpendicolare BC scorressero con eguale velocità, è certo, che nel tempo che C arrivasse ad F, ancora K arriverebbe a G, e B ad I; laonde il rettangolo BF sarebbe il complesso delle velocità della perpendicolare BC; ma lo spazio parabolico BCHE è il complesso delle velocità della perpendicolare BC, e il rettangolo BF è eguale allo spazio parabolico; adunque il complesso delle velocità è eguale, o scorra l'acqua con una sola, e uniforme velocità KG, ovvero con ineguali BE, CH ec. adunque dalle cose dimostrate nel primo libro, ancora le quantità dell'acqua sarebbero eguali, e conseguentemente KG sarà media velocità.

*Altrimenti.*

Perchè il rettangolo BF è eguale allo spazio parabolico BCHE, cavata la porzione comune CHGIB, rimarrà il trilineo HGF eguale al trilineo IGE; ma la velocità KG supera tutte le minori velocità colle velocità, che possono essere contenute nel trilineo HGF, ma è superata dalle maggiori velocità, con quella porzione, che si contiene nel trilineo IEG, adunque essendo eguali i trilinei, HG di tanto supererà le minori velocità, di quanto ell' è superata dalle maggiori, e conseguentemente sarà la media velocità. Il che ec.

ESEMPIO

Col quale si possono i tre superiori teoremi aritmeticamente risolvere. Sia l'altezza della sezione BC piedi 4, e la proporzione delle velocità BE, e CH sia quella, che ha 3 a 4, oppure per più facilità del calcolo del 9 a 12 (in che modo poi si debba trovare per via d'esperienze la proporzione delle velocità lo insegneremo di sotto) si facciano i quadrati delle velocità 9. 12. v. 81, e 144 e si sottragga dal maggiore il minore, sarà la differenza 63. adunque per la regola aurea, come sta il 63 all' 81. così il 4 al 5 e un settimo, e tanto sarà la CD residuo dell' asse intero della parabola, per conseguenza tutta la BD sarà 9 e un settimo: si moltiplichi l' asse BD, che è 9. e un settimo, co' due terzi della linea BE, cioè 8; il prodotto 73 e un settimo, sarà l' area della parabola BDE: similmente si moltiplichi

l' asse DC co' due terzi della linea CH, cioè con 6; il prodotto 30. e sei settimi sarà la superficie della parabola DCH: si sottragga 30. e sei settimi, da 73 e un settimo, la differenza 42. e due settimi, sarà l' area BCHE; adunque se 42 e due settimi, sia partito da BC, che è 4, il quoziente sarà 10. e quattro settimi, e l' altro lato del rettangolo CF eguale allo spazio parabolico BCHE. Per trovar dunque il luogo della linea KG eguale a CF nell' asse BD, si faccia il suo quadrato 111 e $\frac{37}{49}$, e per la regola aurea, come sta il quadrato 81 al quadrato 111 e $\frac{37}{49}$, così l' asse 5 e un settimo, all' asse DK 7 $\frac{295}{3087}$; laonde levato dall' asse DK, l' asse DC 5 e un settimo, rimarrà CK 1 $\frac{2941}{3087}$, oppure se la perpendicolare è in misura di piedi, sarà piedi 1 onc. 11 e mezzo prossimamente. Laonde tanto il luogo della velocità media sarà immerso sotto la superficie dell' acqua.

## PROPOSIZIONE IX.

Ritrovare meccanicamente la proporzione delle velocità.

Da una data lunghezza d' un canale, o una data distanza del principio del medesimo canale da una sezione, e dall' angolo dell' inclinazione, facilmente si troverà la proporzione delle velocità della superficie, e del fondo. Imperocchè avendo il triangolo (*fig.* 17.) ABD l' angolo retto in B, ed essendo cognito l' angolo dell' inclinazione DAB, e di più essendo noto il lato AB ancora, colla trigonometria si fa nota l' altezza della parabola BD, la quale ritrovata, e ritrovata ancora l' altezza di qualche perpendicolare nella sezione v. g. BC, sarà la proporzione della velocità B alla velocità C, sudduplicata di quella di DB, a DC. Che se non è cognita la distanza della sezione dal principio dell' alveo, dalle cose di sopra dimostrate nella 6.ª proposizione, è chiaro il converso, cioè data la proporzione delle velocità BE, CH ec. ritrovare le cose rimanenti.

Bisogna adesso assegnare un modo, col quale si faccia nota meccanicamente questa proporzione. Sia perpendicolare all' orizzonte la linea (*fig.* 18.) AD, e il pendolo AB, che sia sostenuto fuori del perpendicolo dalla potenza BC, dimostra l' Erigonio nella proposizione 9 della sua meccanica, che se da B si elevi la BE, paralella alla DA, e per E si conduca EF paralella a BC, e l' altra EC paralella ad AB, sarà BE a BC, come il peso nella perpendicolare AD, alla potenza BC. (1) S' intenda alzato il pendolo in H, e si faccia HK, eguale a BE; sarà dunque ancora in questo caso il peso nella perpendicolare alla

(1) Si rappresenti (*fig.* 56.) per BP la gravità della palla B sospesa al filo AB, una parte di questa forza rappresentata dalla TP, opera solamente in tirare il filo, e la BT perpendicolare ad AB, e però tangente del cerchio descritto col

potenza HI, come HK, ad HI, ed essendo BE, ed HK eguali, sarà come la potenza BC, alla potenza HI, così la BC all'HI; laonde se operano per via di linee orizzontali le potenze BC, e HI, essendo in quel caso gli angoli KHI, EBC retti, saranno HI, BC tangenti degli angoli dell'inclinazione HKI, BEC; per lo che in tal caso le potenze saranno, come le tangenti degli angoli dell'inclinazione. Ma se non sieno le potenze orizzontali, ma però sia noto il loro angolo con la linea verticale, insieme con l'angolo dell'inclinazione del pendolo, si conoscerà tuttavia trigonometricamente la proporzione delle medesime potenze. Imperocchè supposta HK di qualsivoglia arbitraria quantità, sarà nel triangolo HKI noto il lato HK, e parimente noti gli angoli HKI dell'inclinazione del pendolo, e KHI angolo della vibrazione, ovvero del tratto, laonde sarà noto il lato HI; e parimente nell'altro triangolo EBC sarà noto BC per la misura comune con HI, se si supponga BE di tal misura, quale si è supposta KH; sicchè le HI, BC avranno fra loro la medesima proporzione, che le potenze traenti. (1) Essendo dunque il medesimo, se operi la potenza col ti-

---

raggio AB, rappresenta l'altra parte rimanente, cioè il momento, col quale la palla B tende a ritornare nel sito verticale AD.

Sia la potenza BC, che trattenga il corpo B, nell'inclinazione AB; se questa agisca orizzontalmente una parte di essa, o espressa dalla TC perpendicolare alla tangente TB, s'estingue in solamente premere vie più il peso B contro il filo, e solo l'altra parte TB opposta direttamente alla direzione, per la quale la palla B tende a scendere, opera in ritenere la detta palla nell'inclinazione AB. Rappresentando adunque per TB il momento, o gravità respettiva di B per discendere, ovvero per BP la forza totale, o finalmente per TP quella forza, che fa contro il punto A, BC rappresenterà la potenza che è necessaria, acciò agendo orizzontalmente, ritenga la palla nell'inclinazione AB; ovvero la potenza BC, e nel nostro caso la forza del fluido, che si dirà $f$, dovrà essere al peso della palla, che si dirà $b$, come BC, a BP; o perchè il triangolo DAB è simile al triangolo BPC, e può la gravità assoluta della palla B, rappresentarsi per AD, il suo momento per discendere per DV, stando appunto AD : DV :: BP : BT; sarà la forza del fluido al peso della palla B, come DB : AD; e però $f = \frac{b \cdot BD}{AD}$. E perchè la gravità della palla B è eguale al suo volume, e alla gravità respettiva nel fluido, dicendo V il volume, G la gravità specifica della palla nell'aria, $g$ quella del fluido, sarà il peso della palla nel fluido $= V \cdot (G - g)$, e però la forza del fluido $= f = \frac{V \cdot G\,(G - g) \cdot BD}{AD}$. E se il peso $b$ è sempre l'istesso, sarà la forza del fluido $f = BD$, cioè come la tangente dell'angolo di deviazione del filo dalla verticale AD. E rappresentando per BP il peso della palla B, la forza PT del peso della stessa palla in tirare il punto A, sarà accresciuta dalla quantità TC, onde sarà la forza, colla quale sarà tirato il filo, non solo dal peso della palla B, ma anco dalla forza BC, come CP; o sia come la segante AB dell'angolo di deviazione, quando il peso di B, si rappresenti per AD.

(1) Ma se la potenza (*fig.* 56.) BC non sia orizzontale, qual'è MB, ovvero BN,

rare per l' HI, o collo spingere per l' MH, o NB, poichè da esse egualmente nell' uno, e nell' altro caso insieme colle potenze AH, AB si fa l' equilibrio col peso B ovvero H, sarà nota ancora la proporzione delle MH, NB, potenze spingenti.

Per ritrovar dunque la ricercata proporzione delle velocità, si adatti un pendolo ad un quadrante spartito in gradi, e in minuti, e si ponga uno de' suoi lati verticalmente, e si lasci andare il peso B nell' acqua di qualche canale, in modo che il suo centro sia al pari della superficie dell' acqua, è chiaro, che la velocità dell' acqua divertirà la direzione del pendolo verso il centro. Si osservi diligentemente l' angolo dell' inclinazione. Dipoi lasciato andare il pendolo (senza variare la lunghezza del filo) sono al fondo del canale, di maniera però, che non sia dal medesimo fondo impedito, di nuovo si osservi l' angolo dell' inclinazione. E perchè la potenza, che tiene il pendolo nell' angolo dell' inclinazione, è la stessa velocità dell' acqua corrente, tanto nel fondo, quanto nella superficie, imperocchè nell' acqua stagnante il pendolo senza angolo alcuno s' indirizza verso il centro, sarà la proporzione delle potenze la medesima, che quella della velocità; sicchè se la superficie dell' acqua non è in alcun modo, o è insensibilmente inclinata all' orizzonte, le tangenti degli angoli dell' inclinazione avranno la medesima proporzione, che le velocità. (1) Che se fosse sensibile l' inclinazione della superficie dell' acqua all' orizzonte, questa si dovrà misurare, e aggiungerla all' angolo

---

essa dovrà esser tale, che consumando una parte NF della sua forza in premere il peso della palla B, gli resti la forza FB., direttamente opposta alla discesa della palla B, tale che eguagli DV, o che DB sia eguale a BH; dovrà perciò essere BN : BH :: sen. BHN : sen. BNH; ma BNH = FHB — HBN, ovvero ABD — HBN, ovvero BAE — HBN; dunque sarà $BN = \frac{BH . \text{sen. } BHN}{\text{sen. } BAE - HBN}$; ed il peso della palla B, alla forza BN :: AD : $\frac{BH . \text{sen. } BHN}{\text{sen. } BAE - HBN}$; dunque la potenza BN dovrà essere $= \frac{b . BH . \text{sen. } BHN}{AD . \text{sen. } (BAE - HBN)}$. E ponendo il peso $b = 1$, dovrà essere $BN = \frac{BH . BHN}{\text{sen. } BAE - HBN}$.

La forza dunque agente secondo la direzione MB, capace di sostenere la palla B, nell' angolo di distrazione DAB, sarà in ragione diretta del seno di BHN, ovvero NHI, ovvero BAE, cioè del complemento di BAD, angolo di distrazione del pendolo, e di BH, o della sua eguale BD; cioè della tangente del medesimo angolo di distrazione, e reciproca della differenza del seno di complemento dell' angolo di distrazione, col seno dell' angolo d' inclinazione della potenza.

(1) (*fig.* 56.) L' Ermanno, e molti altri matematici vogliono con molta ragione, che la potenza, o forza del fluido, che trattiene il pendolo inclinato, non sia come la semplice velocità, ma bensì come il quadrato di questa, essendo in

retto e si avrà l'angolo del tratto, il quale ritrovato, come sopra si è detto, si ricava la proporzione delle velocità. Il che ec.

## PROPOSIZIONE X.

**Dato il luogo d'una media velocità, e dato l'angolo dell'inclinazione del canale, determinare lo spazio, che può scorrere nel dato tempo una data velocità.**

---

tal ragione qualunque impressione, che si faccia da un fluido corrente sopra una superficie. Perciò allorchè il fondo d'un fiume sia orizzontale, quale si può assumere in tutti quelli che corrono nelle pianure, saranno le velocità non in ragion semplice, ma sudduplicata delle tangenti, cioè, perchè (dicendo $u$ la velocità del fluido, $g$ la gravità specifica di esso) $gu^2 = f = \frac{b.\mathrm{BD}}{\mathrm{AD}}$, sarà $u = \sqrt{\frac{b.\mathrm{BD}}{\mathrm{AD}.g}}$, ovvero, se $b = 1$, e si facciano le osservazioni in un istesso fluido, onde anco $g = 1$, sarà $= \sqrt{\mathrm{BD}}$.

Se dunque per mezzo d'un quadrante, o d'un quadrato, di cui i lati sieno divisi in 1000 parti, acciò rappresentino le tangenti, o con qualche altro istrumento, si osservi la quantità de' gradi, o immediatamente le tangenti degli angoli di deviazione del filo dal perpendicolo AD, si avrà facilmente la proporzione delle velocità a diverse profondità; e determinando la velocità assoluta in alcun caso, ex. gr. alla superficie per mezzo d'un galleggiante, si potranno colla stessa palla dedurre le velocità assolute in ogni altro caso. Dalla formola di sopra espressa si deduce $\mathrm{BD} = \frac{f.\mathrm{AD}}{\mathrm{V}.(\mathrm{G}-g)}$; d'onde si vede, che le tangenti in parità di circostanze, sono reciprocamente come i volumi, o grandezze delle palle, e reciprocamente pure, come le gravità respettive, e cangiando ambedue queste, son quelle reciprocamente in ragion composta de' diametri delle palle, e delle gravità respettive; che però con diminuire i diametri delle palle, o la gravità respettiva, si accresceranno le dette tangenti, e potrà così rendersi quanto si vuole sensibile la misura della proporzione delle velocità. Misurar si potrebbono le velocità anco per mezzo di quella quantità di forza, che preme il peso della palla B, e accresce la tensione del filo AB, come è stato già avvertito da un rinomato professore. E si è già trovato essere questa come la segante dell'angolo di deviazione, ponendo la gravità relativa come il raggio AB. Se dunque si farà come la gravità relativa alla forza traente, così il seno totale al quarto, questo esprimerà la segante AB dell'angolo di deviazione; avutá la quale si avrà per mezzo delle tavole la tangente, e in conseguenza la velocità ricercata. Per misurar poi la sopraccennata forza traente, è stato proposto di attaccare il filo AB all'oncinetto di una di quelle bilance formate di una molla dentro un cilindro, ovvero al tamburo di un castello simile a quelli de' comuni orivoli; poichè tentando prima quante rivoluzioni esso faccia al peso d'un'oncia, quante al peso di due ec. immersa di poi nel fluido corrente la palla, appesa pel filo AB al detto tamburo, si osserverà quante rivoluzioni esso faccia per la forza traente della palla spinta dal fluido, si saprà in conseguenza a quanto peso essa forza traente equivaglia.

Il Gorradi, ed altri con esso hanno pensato, come per mezzo del pendolo, non

Sia H il luogo della media velocità, e l'angolo (*fig.* 19.) DAB, bisogna determinare lo spazio, che possa essere scorso nel dato tempo B dalla velocità H. E perchè nel trovare il punto H, prima si fa noto l'asse BD, sarà noto nel triangolo DHK il lato DH, ed oltre all'angolo retto DKH, sarà ancora noto l'angolo KDH complemento dell'angolo KAB dell'inclinazione, laonde sarà noto il lato KH; adunque la velocità media H è la medesima, che se scorresse l'acqua da un vaso, sotto l'altezza KH.

Sia dunque il vaso NO (*fig.* 19. 20. 21. *e* 22.) con l'altezza OM, e la luce MP sia di nota superficie v. g. un quadrato d'oncia, e sia R la sua media velocità, dipoi sia l'altezza RO eguale all'altezza KH, e si supponga che dalla luce PM sia scorso v. g. un piede cubo d'acqua QS, nel tempo L, che sia un minuto d'ora. Questa

---

solo la velocità respettiva del fluido, ma l'assoluta ancora si potesse immediatamente dedurre. Pongono essi, che l'impressione del fluido sulla palla B, sia eguale al peso di un cilindro del fluido istesso, che abbia per base il cerchio massimo di questa, e per altezza quella dalla quale dovrebbe cadere un corpo per acquistare la velocità del detto fluido: cosicchè, dicendo $a$ quest'altezza, e $c$ il cerchio massimo della palla, sia $acg = \frac{V.(G-g).BD}{AD}$, che però $a = \frac{V.(G-g).BD}{c.AD.g}$; e perchè il volume V della palla è eguale a $\frac{2}{3}$ del cilindro circoscritto, e però eguale ad un cilindro, che abbia per altezza $\frac{2}{3}$ del diametro di quella, dicendo questo $= d$, sarà il volume $V = \frac{2}{3}d$ moltiplicato nel suo cerchio massimo $c$, cioè $\frac{2}{3}d = \frac{V}{c}$, onde in luogo di $\frac{V}{c}$ sostituendo $\frac{2}{3}d$, si avrà $\frac{(G-g).BD.\frac{2}{3}d}{AD.g}$ per l'espressione dell'altezza ricercata, dalla quale cioè, cadendo un corpo, acquisterebbe la velocità del fluido: o dicendo T la tangente dell'angolo di distrazione, R il raggio, sarà $a = \frac{T}{R}.\frac{G-g}{g}.\frac{2}{3}D$.

Nella qual teoria si vede assunto dal Corradi, e da altri che lo hanno seguitato, 1.° che l'impressione del fluido sopra una superficie piana equivaglia al peso di un cilindro d'acqua dell'altezza, dalla quale dovrebbe cadere un corpo per acquistare quella velocità che ha il fluido; laddove, come si è detto nell'antecedente nota rispetto all'acqua, questa impressione equivale piuttosto al doppio. 2.° Che l'impressione sulla superficie emisferica, sia eguale all'impressione che farebbe il fluido sul cerchio massimo della sfera; lo che non è mancato chi ha preteso di mostrare, considerando il globo come scavato da cellule infinitesime, i cui piani sieno paralelli al cerchio-massimo, e ponendo inoltre, che contro questi i fili si portino perpendicolarmente; concludendo da tutto questo, che l'impressione sul cerchio massimo sia l'istessa, che sulla superficie emisferica;

quantità s' intenda ridotta in un prisma retto, che abbia per base la medesima luce v. g. VK, con l' altezza KY; sarà dunque KY la velocità media della luce PM, e la propria del punto R. Perchè dunque è noto tanto la luce VK, quanto la base del cubo QT, sarà nota anco la proporzione di QT a VK, e perchè i prismi QS, VY si suppongono eguali, sarà come VK a QT, così reciprocamente TS a KY; ma TS è altezza nota, adunque ancora sarà nota KY. Il che ec.

### ESEMPIO.

Nel caso nostro, perchè QT è base del piede cubo, cioè piede quadrato, sarà QT once quadrate 144, e VK è un oncia quadrata, come dunque un oncia, a once 144, così un piede d'altezza TS a 144 piedi d' altezza KY, sicchè la media velocità del punto R, ovvero del punto H, è atta a scorrere 144 piedi nel tempo L, ovvero in un minutò d' ora.

Corol. I. Sicchè ritrovata, con reiterate esperienze, la quantità dell' acqua, che passa per una data luce, da un vaso, sotto una certa altezza nello statuito tempo, nel che invero è necessario una grandissima diligenza, non solo si determinerà lo spazio corrispondente a quella velocità, ma ancora gli spazi di qualsivogliano velocità, sotto maggiori, o minori altezze, per la proposizione prima di questo libro. Noi a suo luogo daremo la tavola, per quanto s' è potuto

---

dimostrazione, che chiaramente apparisce insussistente, mentre le parti infinitamente piccole della superficie emisferica, non mai si possono considerare per cellule, o piani paralelli al cerchio massimo, e incontrati perpendicolarmente da' filamenti del fluido. Anzi al contrario, conviene concepire la superficie sferica risoluta in superficie piane, infinitamente piccole, in modo d' un poliedro: ed allora si trova, che l' impressione fatta dal fluido sopra ciascuna di tali superficie infinitamente piccole, sta alla porzione del cerchio massimo corrispondente (quale cioè resterebbe percosso da' filamenti del fluido, che battono nella prima superficie, se potessero seguitare il loro corso sino al detto cerchio massimo) sta dico, come questa porzione del cerchio massimo, a quella porzione della superficie emisferica; lo che verificandosi in ogni punto, ne siegue esser l' impressione sulla superficie emisferica, all' impressione sul cerchio massimo reciprocamente come questo a quella, cioè :: 1 : 2. Per questo dunque l' impressione sulla superficie emisferica equivale alla metà del cilindro del fluido detto di sopra. Talmentechè per buona sorte i notati due errori si compensano fra loro, per uno dovendo il cilindro crescere il doppio, per l'altro scemar la metà. Sarà pertanto $aa \cdot \frac{c}{2}$, cioè $ac = \frac{V.(G-g).BD}{AD.g}$, e però $a = \frac{V.(G-g).BD}{c.AD.g} = \frac{2d.BD.(G-g)}{3AD.g} = \frac{2d(G-g).BD}{3AD.g}$, ovvero $= \frac{T}{R} \cdot \frac{G-g}{g} \cdot \frac{2}{3} D$, o se le osservazioni si fanno in un istesso fluido, come per esempio nell' acqua, sarà $a = \frac{T}{R} \cdot (G-g) \cdot \frac{2}{3} D$.

ritrovare per via d'esperienze, della quale però non ci fidiamo tanto, che non istimiamo potersi ridurre a maggiore, e più sottile sminuzzamento.

Scolio. È meglio per determinare la quantità dell'acqua, che passa per la data luce, in un dato tempo, servirsi di pesi, in cambio di misure lineari, poichè pesandosi l'acqua scorsa nel tempo d'un sol minuto, sino ad un grano, potremo precisamente determinare la sua quantità; poi preparato un vaso, che abbia la sua interna cavità cubica, ed il lato d'una sola oncia lineare, si empia il medesimo vaso d'acqua, dipoi con somma diligenza, alla bilancia si esamini il suo peso, che sarà il peso d'una sola oncia cubica; se dipoi si divida tutto il peso, per lo ritrovato peso d'un oncia cubica d'acqua, il quoziente sarà il numero dell'once cubiche, alle quali è eguale tutta l'acqua; laonde questa s'intenderà, ridotta in un prisma retto, che abbia per base una sola oncia quadrata, con l'altezza di tante once lineari, quante saranno l'once cubiche nel predetto quoziente, del qual prisma, se ce ne serviremo in luogo del cubo QS, si avrà l'altezza KY, secondo me, esattissima.

Si debbe avvertire, che quantunque le luci circolari, a prima vista, paiano più atte per cagione della minor circonferenza, ed in conseguenza del miglior contatto, contuttociò, per potere più facilmente determinare la distanza del luogo della media velocità della superficie dell'acqua, è meglio servirsi di luci quadrate, ovvero rettangoli fatti in lama di bronzo ben lisciata, e tirata più sottilmente che sia possibile, che abbia i lati superiori, e inferiori orizzontali, le quali luci quanto saranno più larghe, tanto daranno più giusta l'operazione, a causa del minor toccamento; purchè però si possa a un tratto aprire, e serrare al principio, e al fine del dato tempo.

Si ritroverà ancora la media velocità della luce, con l'istesso metodo, che si è ritrovata nelle sezioni, nell'ottava proposizione, col supporre la linea OM altezza dell'acqua sopra al margine inferiore della luce, essere asse della parabola, e l'altezza della luce MP, essere l'altezza della sezione.

Corol. ii. Dalle cose dette è chiaro, che se lo spazio dovuto alla velocità, e la perpendicolare, insieme con la larghezza della sezione abbiano una comune misura, e si moltiplichi lo spazio per la perpendicolare, e il prodotto si moltiplichi per la larghezza, ne nascerà la quantità dell'acqua, che passa per la sezione, col quale è determinato lo spazio; v. g. se lo spazio corrispondente alla media velocità della sezione BC per un minuto di tempo, sia 144 piedi, e sia l'altezza, ovvero la perpendicolare della sezione piedi 12. e la larghezza piedi 50. si moltiplichi 144 per 12. e il prodotto 1728. si moltiplichi per 50. il prodotto di questo 86400 sarà il numero de' piedi cubi, che passano

in un minuto d' ora per la data sezione. Il medesimo segue moltiplicandosi la larghezza, e l' altezza della sezione, e lo spazio corrispondente alla velocità indifferentemente l' uno nell' altro, e il prodotto si moltiplichi pel terzo: poichè il quarto numero, che ne nasce, sarà la ricercata quantità dell' acqua.

## *LIBRO TERZO.*

### CHE CONTIENE LA MISURA DELL' ACQUE CORRENTI PE' CANALI ORIZZONTALI, TANTO SOLITARI, CHE UNITI CON ALTRI ORIZZONTALI.

### DEFINIZIONI.

I. *Il canale orizzontale* è quello, che ha il fondo da pertutto egualmente distante dal centro de' gravi; cioè che s' accomoda alla sferica terrestre superficie, la quale perchè in poca distanza non differisce sensibilmente da un piano, perciò il fondo d' un canale orizzontale spessissimo lo consideriamo come un piano.

II. *La misura proporzionale* dell' acqua corrente non è altro, che una proporzione, che passa fra le quantità dell' acqua che passano nel medesimo, o in egual tempo, per una, o più sezioni, la qual misura non solo ha luogo ne' canali orizzontali, ma ancora in altri di qualsivoglia sorte.

III. *Il cubo dell' acqua* è un numero, che nasce da regole certe, il quale messo in paragone con un altro consimile, dimostra la proporzione dell' acque, delle quali s' intendon fatti i cubi.

IV. *Il centro della velocità* si chiami il punto di qualche perpendicolare nella sezione che corrisponde alla media velocità della medesima perpendicolare.

#### PROPOSIZIONE I.

Ne' canali orizzontali aperti da una parte, se dalla parte opposta si infonda dell' acqua, che sia atta a scorrere con qualche altezza, comincerà a scorrere, e seguiterà a scorrere sino all' uscita, purchè il fondo de' canali, o sia più alto dell' estremo termine del flusso, o con esso almeno sia nella medesima linea orizzontale.

Sia il canale (*fig.* 23.) AB aperto dalla parte B, del quale il fondo orizzontale AB sia più alto, ovvero nella medesima orizzontale di B, estremo termine del flusso, e dalla parte A s' infonda in esso dell' acqua, che faccia l' altezza AC. Dico che l' acqua scorrerà da A sino in B. E perchè l' acqua non può stare nell' altezza AC, se non ritenuta da un estremo termine per la general natura de' corpi fluidi,

non essendovi in B per la supposizione, un termine tale, ne seguirà che da se l' acqua si dovrà egualmente distendere sopra il fondo AB; ma questo non può accadere, senza che l' acqua da A scorra in B, adunque da A fino in B si farà il flusso, perchè dalla successiva pressione dell' altezza AC, e per la supposizione, somministrandosi successivamente nuova acqua atta a mantenersi nella medesima altezza, di nuovo l' acqua non potrà stare in quell' altezza, e si continuerà il moto successivo da A sino in B, escendo l' acqua per B. Il che ec.

PROPOSIZIONE II.

La velocità, colla quale scorre l' acqua per un canale orizzontale; è la medesima, che quella colla quale scorrerebbe da un vaso pieno d' acqua, coll' altezza uguale all' altezza viva dell' acqua del canale orizzontale.

Poichè s' intenda il canale orizzontale AB, che scorra coll' altezza AC segato da un piano verticale FD, e sia la sezione dell' acqua, e del piano il parallelogrammo FD, che impedisca il corso; è certo, che l' acqua fra A, e D spingerà in maniera il piano DF, che datole l' esito, ella scorrerebbe colla medesima velocità di prima, poichè l' acqua che è sotto la sezione nel corso continuato, serve in luogo del piano, mantenendo nella sezione l' acqua nella medesima altezza. S' intendano per tanto nel piano DF molti fori, da' quali esca l' acqua, ovvero per maggior chiarezza della dimostrazione s' intendano le luci prese nella perpendicolare DG, e siano D, H, ed altre quante si vogliano, che possano essere fra D, e G, in maniera che tutta la DG sia come infinite luci, o una luce sola composta d' infinite luci; adunque scorrerà l' acqua per la perpendicolare GD colla velocità media, che scorrerebbe dal vaso chiuso CF; ma questa è la medesima, che la velocità colla quale scorre prima l' acqua per la perpendicolare GD, adunque l' acqua corre pel canale orizzontale, come se escisse dalla luce GD, e conseguentemente tutta l' acqua, che fluisce pel parallelogrammo DF, fluisce colla medesima velocità, con cui scorrerebbe se escisse da un vaso pieno d' acqua per la luce DF, con l' altezza DG. Il che ec.

Corol. i. Da questa, e dalla prima proposizione del libro secondo si fa manifesto, che la velocità delle perpendicolari nelle sezioni de' canali orizzontali sono tra loro in suddoplicata proporzione delle ascisse, o tagliate fino alla superficie dell' acqua. Come, se sia la perpendicolare AB (*fig.* 24.) sarà la velocità del punto B alla velocità del punto C in proporzione suddoplicata delle linee AB, AC.

Corol. ii. Di qui è, che se coll' asse AB si descriva la parabola AEDB, e s' intenda la linea CE come velocità del punto C, sarà BD

la velocità del punto B, e così dell' altre, e tutta la parabola AEDB sarà, e misura, e complesso delle velocità della perpendicolare AB.

Corol. iii. (*fig.* 23.) Siccome è chiaro, la velocità del fondo AD essere la massima, e le altre sempre essere minori, e minori, quanto più vicine alla superficie; purchè l' altezza GD sia viva, cioè non vi sia sotto qualche buca, o impedimento; perciocchè allora non solo è ritardata la velocità dell' acqua, in maniera, che divien minore nelle parti superiori, ma alle volte diviene stagnante, per lo più rivolta addietro il suo corso, il che più d' una volta ho esperimentato col pendolo; e questo sia detto acciocchè nessuno sbagli nel far l' esperienze, imperocchè facilmente può accadere, che giudichi il falso ne' fiumi irregolari, se non avvertirà a tutto il necessario.

## PROPOSIZIONE III.

Dato il complesso delle velocità di qualche perpendicolare in un canale orizzontale, ritrovare la sua media velocità.

Sia la perpendicolare (*fig.* 24.) AB, e il suo complesso, e misura delle velocità sia la parabola BAED, bisogna ritrovare la media velocità della perpendicolare AB. Si divida BD in tre parti eguali BG, GH, HD, da queste se ne piglino due BG, GH. Dico che la BH sarà la ricercata media velocità. Si alzi dal punto H la perpendicolare HI, che seghi le parabola in E, e per E si tiri la EC semiordinata all' asse AB, e si compisca il parallelogrammo BI, e prolungata BD, in F, si faccia DF eguale a GH, e si congiungano le AF, AD; perchè dunque la linea BF è sesquiterzia della linea BD per la costruzione, sarà ancora il triangolo ABF sesquiterzio del triangolo ABD, essendo tra di loro come le basi; ma ancora la parabola AEDB è sesquiterzia del medesimo triangolo ABD, dunque il triangolo ABF è eguale alla parabola BAED, ma ancora il parallelogrammo BI è eguale al triangolo BAF, per essere nella medesima altezza, e nella metà della base; sarà dunque il parallelogrammo BI eguale alla parabola BAED; levata dunque di comune la porzione BAEH, rimarrà il trilineo AEI eguale al trilineo EHD, ma col trilineo AEI si misura la mancanza delle velocità superiori fra A, e C, dalla velocità CE, e col trilineo HED si misura l' eccesso delle inferiori sopra CE, sicchè essendo la mancanza eguale all' eccesso, sarà la media velocità eguale a CE, ovvero a BH, laonde dato il complesso delle velocità ec. è ritrovata la media velocità. Il che ec.

Scolio. Il medesimo si potrebbe dimostrare altrimenti, conciossiachè se tutte le parti della perpendicolare AB scorressero con egual velocità, nel tempo che C arriva ad E, nel medesimo ancora A arriverebbe a I, e B ad N, e così degli altri, e perciò il parallelogrammo

AI sarebbe il complesso delle velocità della perpendicolare AB; ma la parabola BAED è il complesso delle velocità naturali della medesima perpendicolare AB, adunque i composti delle velocità sarebbero eguali, e conseguentemente ancora le quantità dell'acque, o scorra l'acqua AB colla velocità uniforme CE, ovvero non uniforme, secondo la proporzione delle semiordinate nella parabola, e per conseguenza sarà CE la media velocità. Il che ec.

Corol. i. E perchè, per l'assioma primo, ciascuna perpendicolare ha la medesima velocità, nella medesima sezione, sarà la media velocità d'una sola perpendicolare ancora la media velocità di tutta intera la sezione.

Corol. ii. Di quì è chiaro, la massima velocità alla media essere in proporzione sesquialtera, poichè la massima delle semiordinate BD a DH, ovvero a CE media velocità, ha sesquialtera proporzione.

Corol. iii. Di più resta manifesto, che se la medesima, o eguali parabole, si piglieranno per misura delle velocità, le medie velocità nelle perpendicolari di diversa altezza saranno fra loro in sudduplicata proporzione delle perpendicolari; poichè essendo le massime alle medie in proporzione sesquialtera, saranno tutte le massime alle sue medie nella medesima proporzione, e permutando, le massime fra loro saranno nella medesima proporzione, che le medie; ma le massime sono fra loro in proporzione sudduplicata delle loro perpendicolari; adunque ancora le medie saranno nella medesima proporzione.

Corol. iv. È ancora manifesto, il punto C della perpendicolare AB essere il luogo della media velocità, il qual punto si può chiamar centro della velocità.

Corol. v. Sicchè questo centro della velocità sarà sempre demerso sotto la superficie dell'acqua in maniera, che la sua distanza dalla superficie sia quattro noni di tutta la perpendicolare: imperocchè essendo la massima velocità alla media in proporzione sesquialtera, se si supporrà la massima 3, la media 2, come il quadrato di 3. cioè 9. al quadrato 2. cioè 4. così AB ad AC, e però se tutta la AB s'intenda divisa in 9. parti, la AC sarà 4. di queste parti.

Corol. vi. Adunque il centro della velocità segando similmente tutte le perpendicolari, cioè nella proporzione di 4. a 5. ne segue, che le parti segate dal centro della velocità saranno fra loro come l'altezze vive delle sezioni, avendo ciascuna ascissa alla sua perpendicolare la proporzione di 4. a 9. e perciò come una ascissa alla sua perpendicolare, così un'altra simile ascissa alla sua perpendicolare: e permutando, come l'ascissa alla ascissa, così la perpendicolare, alla perpendicolare, in maniera che sempre si rispondano colla medesima proporzione fra se stessi l'aumento della perpendicolare, e

l' abbassamento del centro della velocità sotto la superficie dell' acqua.

Corol. vii. E perchè le velocità medie sono fra loro in proporzione sudduplicata delle perpendicolari, e sono le perpendicolari fra loro, come le ascisse, saranno le medie velocità in proporzione sudduplicata delle ascisse.

Corol. viii. Sicchè ne' canali orizzontali la media velocità cresce, e scema a causa della sola variazione dell' altezza, e cresce, o scema in sudduplicata proporzione delle diverse altezze vive; di qui segue, che i canali che hanno eguali altezze d' acqua, hanno ancora eguali le medie velocità.

PROPOSIZIONE IV.

Se la proporzione delle massime ordinate delle parabole, che sono misura delle velocità in tutte le acque correnti, sarà la medesima che la proporzione delle velocità medie, e massime di diverse sezioni, quelle parabole saranno tutte eguali fra loro.

Sieno due parabole (*fig.* 25.) CAE, CBD, quali si piglino per misura delle velocità di diverse sezioni, o ne' canali orizzontali, o negl' inclinati, e sia la proporzione della velocità massima, che corrisponde all' altezza della parabola AC alla velocità massima, corrispondente all' altezza BC, come CE, a CD; dico la parabola ACE essere eguale alla parabola CBD. Imperocchè disposta l' una, e l' altra al comune asse, di maniera, che le massime semiordinate si adattino insieme, per lo punto D, tirisi DF, paralella all' asse AC, che seghi la linea parabolica AFE in F, per F tirisi la semiordinata FG, e conseguentemente paralella a CE. Perchè dunque come AC a CB, così il quadrato CE, al quadrato CD, ovvero FG, sarà il quadrato CE, al quadrato GF, come AC a CB, ma come il quadrato CE, al quadrato FG, così è AC, ad AG; adunque come AC, ad AG, così AC a CB, e però saranno fra loro eguali le AG, CB, sicchè aggiunta di comune GB, sarà AB eguale a GC; ma GC è eguale ad FD; adunque eziandio AB, sarà eguale alla medesima FD: similmente si dimostrerà MH, eguale ad AB; e perciò sarà eguale alla stessa FD: essendo dunque AB, MH, FD ec. eguali, saranno le parabole AFE, BHD eguali. Il che ec.

Corol. E perchè le parabole eguali, se hanno diverse cime, e sieno costituite al medesimo asse, sono parallele fra loro, ovvero asintotiche, la proprietà delle quali è, che continuati i loro perimetri, sempre più, e più vadano scambievolmente accostandosi, nè mai si seghino, o tocchino, ne segue, che nella medesima sezione, sotto diversa altezza, le medie velocità saranno diseguali, ma però, gl' incrementi delle medie velocità, per eguali altezze sopraggiunte, più, e più si faranno minori.

PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell'acqua nelle sezioni de' canali orizzontali della medesima larghezza, ma di diversa altezza, sono fra loro in triplicata proporzione delle velocità massime.

Sieno le sezioni (*fig.* 26.) BH, BI della medesima larghezza BK, ma d'altezza diversa BC, BA, e sia la massima velocità della sezione BH, la linea BD, e BE sia massima velocità della sezione BI, di maniera che la proporzione delle velocità massime sia quella, che passa fra BD, e BE. Dico, che la quantità dell'acqua per BH, alla quantità per BI, è in proporzione triplicata di BD, a BE. Imperocchè si tirino le parabole BCD, BAE, KHG, KIF, le quali per l'antecedente proposizione saranno tutte eguali, e perchè le perpendicolari BC, KH sono eguali, saranno ancora le massime velocità di esse eguali, cioè BD, a KG: similmente si mostrerà, essere eguali le BE, KF; ed essendo le due AB, BE, alle due IK, KF paralelle, sarà il piano ABE, parallelo al piano IKF; se dunque per lo perimetro delle due parabole si supponga rivolgersi la linea paralella AI, ovvero EF, sarà descritta una superficie d'un cilindrico parabolico: s'intendano fatti questi cilindrici CBDGHK, ABEFIK. E perchè la parabola BCD è il complesso delle velocità della perpendicolare CB, e la parabola HKG è il complesso delle velocità della perpendicolare KH, e sono simili, ed eguali gli aggregati delle velocità nell'altre perpendicolari della sezione BH, sarà il termine di tutte le somme nella superficie del cilindrico parabolico CDGH, e perciò il complesso delle velocità della sezione BH, sarà il cilindrico BGHD; e nel medesimo modo si dimostrerà la somma delle velocità della sezione BI essere il cilindrico parabolico BFIE, è perchè questi due cilindrici sono egualmente alti, saranno fra loro come le basi, cioè il cilindrico BGHD, al cilindrico BFIE, sarà come la parabola CBD, alla parabola ABE, ma sono le parabole eguali in triplicata proporzione delle massime ordinate, adunque il cilindrico al cilindrico, sarà in proporzione triplicata di BD, a BE, ma i cilindrici si sono dimostrati essere il composto delle velocità delle sezioni; adunque il composto delle velocità della sezione BI, al composto delle velocità della sezione BH; ovvero l'acqua che scorre per BI, all'acqua che scorre in tempo eguale per BH, sarà in triplicata proporzione della massima velocità BE, alla massima velocità BD. Il che ec.

Scolio. Questa proposizione in altra, e più spedita maniera si potrebbe dimostrare; imperocchè essendo le quantità dell' acque in proporzione composta delle proporzioni della sezione alla sezione, e della velocità media, alla velocità media, ed essendo la proporzione delle sezioni d' eguale, o della stessa base, la medesima che dell' altezze,

sarà la proporzione dell' acqua all' acqua, composta delle proporzioni dell' altezza all' altezza, e della velocità media alla velocità media, cioè di quella dell' altezze e della sudduplicata delle medesime altezze. Sia dunque (*fig.* 27.) la prima altezza A, la seconda C; sarà la proporzione dell' acque composta della proporzione di A a C, e della sudduplicata di A a C: se dunque fra A, e C, si trovi la media proporzionale E, e si aggiunga la quarta B, sarà la proporzione di A a B composta della proporzione di A a C, cioè dell' altezze, e di quella di C a B, cioè delle velocità medie, ma la proporzione di A a B, è triplicata di quella di A a E, cioè della velocità media per A, alla media per C; adunque la quantità dell' acqua per A, alla quantità dell' acqua per C, è in proporzione triplicata delle medie velocità. Il che ec.

Corol. i. E perchè le massime velocità sono proporzionali alle medie, saranno ancora le quantità dell' acque in triplicata proporzione delle massime velocità.

Corol. ii. Parimente, perchè le velocità medie sono fra loro in sudduplicata proporzione dell' altezze; ne segue, che le quantità dell' acqua sono fra loro in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata dell' altezze.

Corol. iii. Da queste cose nasce un facile metodo di ritrovare la misura proporzionale astratta, ovvero la proporzione, che hanno fra loro le acque correnti per diverse sezioni de' canali orizzontali d' eguale larghezza. Imperocchè se si moltiplicheranno fra loro le altezze di due sezioni, e dal prodotto sia cavata la radice quadrata; sarà la proporzione della maggior perpendicolare, alla radice ritrovata, quella che ha la maggior velocità data alla minore, o sieno massime, o sieno medie; i termini della quale se si cuberanno, cioè se si multiplicheranno in se, e di nuovo si multiplicherà il prodotto per la radice, sarà la proporzione de' cubi l' istessa, che quella dell' acque che passano nel medesimo, o in egual tempo; imperciocchè i cubi delle velocità sono fra loro, siccome le quantità dell' acque, in triplicata proporzione delle velocità.

### ESEMPIO

Sia la perpendicolare AB (*fig.* 26.) alta piedi 25, e la perpendicolare BC, piedi 9; bisogna ritrovare la proporzione, che ha l' acqua che passa per BC, all' acqua che passa in tempo eguale per AB. Si multiplichi 25 per 9, il prodotto sarà 225. la radice quadrata del quale sarà 15. perciò la proporzione della velocità BE, alla velocità DB, sarà come 25. a 15. (essendo il 15. medio proporzionale fra 25. e 9) o pure come 5. a 3; se dunque BE si supponga essere 5. sarà BD 3: fatto il cubo del primo termine 5. cioè 125. e del secondo 3. cioè

27. sarà la proporzione dell' acqua che passa per AB all' acqua che passa per CB, come 125. a 27; e questi numeri si potranno chiamare numeri cubici dell' acque correnti, i quali spesso verranno in uso.

Corol. iv. Ma se le larghezze non sieno eguali, ma eguali l' altezze, è chiaro essere le quantità dell' acque fra loro, come le larghezze; imperocchè i cilindrici sarebbero nella medesima base, essendo dell' eguali perpendicolari eguali le velocità massime, e in conseguenza fra loro, come l' altezze, cioè come le larghezze delle sezioni.

Corol. v. Se poi nè le larghezze, nè l' altezze saranno eguali; perchè tutti i cilindrici hanno fra loro la proporzione composta della proporzione delle basi, e della proporzione dell' altezze, sarà la proporzione dell' acqua, all' acqua, composta della proporzione della larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda, e della triplicata della media velocità nella prima sezione, alla velocità media nella seconda sezione; di qui è, che se si fanno i cubi che rappresentano le quantità dell' acque che passano per l' una, e l' altra sezione, e colla proporzione di essi si componga la proporzione delle larghezze che hanno le sezioni, sarà la risultante proporzione la medesima, che quella dell' acque. Come per esempio, se il cubo della prima sezione sia 125. e della seconda 27. e la larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda stia come 3. a 1. si faccia come 3. a 1. così 27. a un altro numero 9; sarà la proporzione di 125. a 9. quella che ha l' acqua che passa per la prima sezione, all' acqua, che in egual tempo passa per la seconda.

## PROPOSIZIONE VI.

Segare una parabola terminata con una ordinata all' asse in maniera, che tutta la parabola alla segata abbia una data proporzione.

Sia la parabola (*fig.* 24.) ABD da segarsi con una linea ordinata all' asse AB dimaniera, che la parabola ABD alla parabola tagliata alla cima, v. g. ACE abbia la medesima proporzione di F ad H. Fra F ed H, si trovino due medie proporzionali (le quali benchè non possono trovarsi geometricamente col mezzo de' luoghi piani, almeno potranno trovarsi per i luoghi solidi, e per le linee organiche, e ancora da numeri per approssimazione) e sieno queste le rette G, I, e come F a G, così si faccia BD ad un' altra v. g. CE, e si faccia come il quadrato BD al quadrato CE, così BA ad AC, e per C si applichi ordinatamente CE, la quale arriverà alla parabola. Dico, la parabola ABD essere segata in maniera, che alla parabola ACE, avrà la medesima proporzione, che F ad H. Perchè la parabola ABD, alla parabola ACE ha proporzione triplicata di BD a CE, e BD a CE, sta come F a G, sarà la proporzione della parabola ABD, alla

parabola ACE, triplicata di quella di F a G; ma ancora F ad H è in tripla proporzione di F a G; adunque la parabola ABD, alla parabola ACE sta come F ad H. Il che ec.

Scolio i. Che se si dovesse accrescere la parabola ACE, secondo la data proporzione di H ad F, il che più spesso suole accadere nella misura dell'acque, ritrovate come sopra le medie proporzinali I, G, e prolungato l'asse indeterminatamente, si faccia come H ad I, così EC ad un'altra v. g. BD; e come il quadrato CE, al quadrato BD, così si faccia AC ad AB, e dal punto B, si applichi l'ordinata BD, che arriverà alla parabola; imperocchè i quadrati CE, BD sono fra loro come AC ad AB, laonde continuata la linea parabolica AE, passerà per D, e sarà la parabola CAE, alla parabola ABD, come H ad F; il che facilmente si potrà dimostrare col metodo della precedente dimostrazione.

Scolio ii. E se si dovesse segare la parabola in maniera, che la parabola tagliata dal vertice, al rimanente spazio parabolico, avesse la medesima proporzione, v. g. di F ad H, facilmente per le cose di sopra dimostrate, ciò si potrebbe fare: poichè divisa la parabola ABD in maniera, che tutta la ABD, alla segata ACE abbia la medesima proporzione di F insieme con H ad F, sarà fatto quello che si cerca; imperocchè la parabola ABD, alla parabola ACE, essendo come FH, ad F, sarà, dividendo come lo spazio CBDE, alla parabola ACE, così H ad F, ovvero come la parabola allo spazio, così F ad H.

### PROPOSIZIONE VII.

**Data una quantità d'acqua corrente in un canale orizzontale per una sezione d'una data altezza, e larghezza, e data la larghezza d'un altra sezione, ritrovare l'altezza della medesima acqua nella seconda sezione.**

Sia la sezione del canale orizzontale (*fig.* 28. *e* 29.) CE, la larghezza della quale DE, e l'altezza DC, e sia GH la larghezza dell'altra sezione nel medesimo canale, ovvero della medesima sorte; bisogna ritrovare l'altezza, che farà l'acqua corrente per la sezione CE, nella sezione FH. E perchè la quantità dell'acqua che passa per l'una, e l'altra sezione, è la medesima, saranno ancora i complessi delle velocità d'ambedue le sezioni fra loro eguali. Sia pertanto il complesso di tutte le velocità della sezione CE, il cilindrico CEI, e quello della seconda sezione FH, sia il cilindrico FHK, e perchè le basi, e l'altezze de' cilindrici eguali si rispondano reciprocamente, sarà come la parabola CDI, alla parabola FGK, così GH a DE; ma è data la proporzione di GH a DE, adunque sarà data altresì la proporzione della parabola CDI, alla parabola FGK; si seghi

pertanto la parabola CDI di maniera, che tutta la parabola CDI (quale è data, perchè è data l' altezza CD) alla parabola CLM, abbia la medesima proporzione, che la parabola CDI, alla parabola FGK, e la semiordinata, che sega, sia la retta LM, sarà dunque la parabola CLM l' istessa, che la parabola FGK; e conseguentemente la CL, sarà eguale ad FG, altezza ricercata. Il che ec.

Corol. i. E perchè si assegna la proporzione di CD a CL; si assegnerà ancora la sua sudduplicata DI a GK, cioè la proporzione delle velocità massime, o medie.

Corol. ii. Dal progresso di questa dimostrazione, si fa manifesto, che se in vece della larghezza GH nella seconda sezione, si assegnasse l' altezza FG, potrebbesi ritrovare e la proporzione delle velocità, e la larghezza della seconda sezione; poichè data la proporzione dell' altezze, si dà ancora la proporzione delle velocità, le quali se si esprimono in linee, come DI, GK, con multiplicare due terzi dell' una, e l' altra, colla sua altezza, o asse, si avrà la misura dell' una, e l' altra parabola; laonde si darà ancora la proporzione della parabola FGK, alla parabola CDI; ma come la parabola FGK, alla parabola CDI, così la DE larghezza della prima sezione, a GH larghezza della seconda: ed è DE data, dunque sarà data ancora GH.

Corol. iii. Similmente, se in vece della larghezza, o dell' altezza della seconda sezione, si assegnerà la proporzione, che hanno fra loro le medie o massime velocità dell' una, o dell' altra sezione, si darà ancora l' altezza, e larghezza della seconda sezione; conciossiachè, se si faccia, come il quadrato della velocità della prima sezione, al quadrato della velocità della seconda, così CD altezza della prima sezione, ad FG, questa sarà l' altezza della seconda, ritrovata la quale, pel corollario antecedente, sarà ancora ritrovata la larghezza.

Corol. iv. Dal progresso della dimostrazione apparisce, che essendo la parabola CDI, alla parabola FGK, in reciproca proporzione delle larghezze GH, DE: ed essendo la proporzione delle parabole CDI, FGK triplicata di quella che ha DI a GK; ne segue, che le larghezze sono in reciproca triplicata proporzione delle velocità; e che per conseguenza, le medie velocità di diverse sezioni dell' istesso canale orizzontale, sono fra loro in proporzione reciproca suttriplicata delle larghezze, ovvero, come le radici cubiche delle larghezze reciprocamente.

### PROPOSIZIONE VIII.

Dati due canali orizzontali d' una nota altezza, e larghezza, de' quali uno influisca nell' altro, ritrovare il ricrescimento dell' altezza che farà il canale influente, sopra all' altezza dell' altro.

Sia la sezione del canale influente (*fig.* 30. *e* 21.) AC, d' una nota

altezza viva AB, e di larghezza BC, e la sezione del secondo recipiente sia DE, di cui la viva altezza cognita sia DF, e la larghezza FE, bisogna ritrovare l'altezza, che aggiugne l'acqua della sezione AC, all'altezza della sezione DE, se l'una, e l'altra acqua insieme scorra per la sezione HE. Fra le AB, DF, si trovi la media proporzionale G, sarà pel coroll. 5. prop. 5. la proporzione dell'acqua AC, all'acqua DE composta della triplicata di AB a G, e di BC ad FE. Adunque sarà nota la proporzione dell'acque AC, DE; laonde se l'acqua AC, s'intenda aggiunta all'acqua DE, dimanierachè insieme facciano la sezione HE, sarà nota la proporzione dell'acqua HE, all'acqua DE. Sicchè essendo le quantità dell'acqua fra loro in proporzione triplicata delle medie velocità, saranno le velocità medie fra loro in proporzione suttriplicata delle quantità dell'acque, ovvero come le radici cube delle medesime quantità. Sieno dunque queste radici cube K, M; adunque come M a K, così la velocità media dell'acqua DE, alla velocità media dell'acqua HE; ma le velocità medie sono fra loro in proporzione sudduplicata dell'altezze, e l'altezze fra loro in duplicata delle velocità; adunque se si aggiugnerà la terza proporzionale N, sarà M ad N, ovvero il quadrato M, al quadrato K, come l'altezza FD, all'altezza FH, e perciò l'eccesso DH sarà il ricercato ricrescimento dell'altezze. Il che ec.

Scolio. L'altezza HD s'intende per l'eccesso della seconda altezza FH sopra alla prima FD, avanti l'ingresso dell'acqua AC; non già per l'altezza, sotto la quale scorre l'acqua AC nella sezione HE; poichè il metodo per ritrovare questa, è differente.

Corol. i. Dal modo col quale, si è ritrovato l'eccesso HD, è chiaro il metodo di ritrovare il converso del problema, cioè, data l'altezza viva che fà l'acqua, che d'un canale orizzontale entra in un altro canale orizzontale d'una nota altezza, e larghezza, ritrovare la proporzione dell'acqua influente, all'acqua del canale, nel quale influisce.

Corol. ii. E se inoltre sia nota la larghezza d'un canale influente, si troverà l'altezza viva del medesimo, e se sarà nota l'altezza, si troverà la larghezza.

Corol. iii. Quanto si è detto interno all'accrescimento dell'altezza, ancora vale pel decrescimento, mediante l'esito, o derivamento dell'acqua del canale orizzontale; e così data la proporzione dell'acqua che esce, a quella che rimane, si darà il decrescimento dell'altezza, e dato il decrescimento dell'altezza, sarà ancora data la proporzione dell'acqua che esce, a quella che rimane; di quì è, che se l'acqua che esce sarà d'una quantità nota, sarà parimente nota la quantità dell'acqua rimanente, dell'una, e dell'altra insieme.

Corol. iv. Similmente, quel che è detto dell'ingresso, e dell'escita

dell'acqua per altri canali orizzontali, serve ancora per l'accrescimento d'un canale cagionato da qualsivoglia causa, o dalle piogge, o dal maggior gonfiamento delle sorgenti, o de' laghi, ec. come da per se stesso apparisce.

### Proposizione ix.

Dividere qualsivoglia sezione d'un canale orizzontale in maniera, che dalle parti esca l'acqua in una data proporzione.

Sia la sezione (*fig.* 32.) AD, e la sua altezza AB, bisogna dividerla, v. g. in tre parti, AH, EI, FD; di maniera, che l'acqua che passa per AH, all'acqua che passa per EI, abbia la medesima proporzione, che L ad M, e l'acqua che passa per EI, all'acqua per FD, sia come O a P. Si faccia come O a P, così M ad N, e s'intenda L l'acqua che passa per AH, sarà M l'acqua che passa per EI, ed N, quella che passa per FD, e perciò tutta la LN sarà l'acqua che passa per l'intera sezione AD. Dipoi coll'asse AB, si descriva la parabola BAK, e si divida pel coroll. 2. della prop. 6. nelle parti, che abbiano la medesima proporzione di L ad M, e di M ad N, e siano AEG, EFXG, FBKX, e sia la divisione fatta per le semiordinate EG, FX, le quali convengano coll'asse ne' punti E, F, e per essi si tirino EH, FI, paralelle all'una, o all'altra AC, BD; dico, che l'acqua per AH, all'acqua per EI, avrà la medesima proporzione, che L ad M, e che l'acqua per EI all'acqua per FD, avrà la medesima proporzione di M ad N, o di O a P.

Conciossiachè AEG, EFXG, FBKX sono il complesso delle velocità dell'acqua, che passano per le parti della perpendicolare AE, EF, FB; saranno per la costruzione i complessi delle velocità delle parti segate AE, EF, FB fra loro, come L, M, N; ma nelle sezioni d'eguale larghezza i complessi delle velocità sono fra loro, come le quantità dell'acque, ed è la medesima, o eguale la larghezza delle sezioni AH, EI, FD, adunque le quantità dell'acque per AH, EI, FD, saranno fra loro, come L, M, N. Il che ec.

Coroll. Da questa proposizione si fa manifesto, che se si darà la proporzione, che ha l'acqua d'un canale influente, all'acqua d'un canale recipiente, di cui parlammo all'ottava proposizione, si potrà ritrovare l'altezza colla quale scorre l'acqua del canale influente, o altr'acqua di mole ad essa eguale, nella superior parte della sezione, intorno al che si è trattato nello scolio dell'ottava proposizione. Conciossiachè se si divida la parabola secondo la proporzione che ha l'acqua influente, all'acqua d'un canale recipiente, sarà l'asse della parabola segata alla cima, v. g. AE l'altezza ricercata; e questa necessariamente ne' canali orizzontali sempre è maggiore dell'eccesso

dell' altezza ricresciuta sopra alla prima, perchè ricresciuta l'altezza, cresce ancora la velocità dell'acqua fra E, e B, e l'altezza diminuisce secondo la proporzione dell'aggiunta velocità; ma il decrescimento della prima altezza è compensato dall'altezza AE, la quale essendo sempre maggiore, forma l'eccesso, intorno al quale si è trattato nella prop. 8. Vedi ciò che si è notato alla proposizione 10. lib. 1.

### PROPOSIZIONE X.

Data la perpendicolare, o l'altezza viva di qualche sezione, e la larghezza della medesima in un canale orizzontale, ritrovare la quantità assoluta, e determinata dell'acqua che passa in un dato tempo per una data sezione.

Sia data l'altezza viva (*fig.* 24.) AB in qualche sezione d'un canale orizzontale: bisogna ritrovare la quantità assoluta dell'acqua, cioè corrente in una determinata misura, nel dato tempo, per la sezione, la perpendicolare della quale è AB. Si ritrovi, per la 3. di questo, in AC il centro della velocità media, il quale sia C; sarà dunque AC 4. nove parti di tutta la AB, e perchè tutta la AB, v. g. è data di piedi 9. ancora AC sarà data di piedi 4; dunque per la prop. 8. del lib. 2. o per la tavola, che a suo luogo si darà, quando l'averemo ridotta ad una somma esattezza, (1) si trovi lo spazio che si conviene alla velocità dell'acqua sotto l'altezza AC, la quale v. g. si supponga essere piedi 120. in un minuto, sarà dunque CE piedi 120. la quale se si multipicherà per tutta la AB di piedi 9. il prodotto 1080. sarà la misura della parabola BAD, o del rettangolo contenuto da BA, CE; che se di nuovo si multiplicherà per la larghezza della sezione, v. g. di piedi 10. il solido, che di lì ne risulta 108000, sarà la quantità dell'acqua che passa in un minuto in piedi cubi per la sezione data. Lo stesso segue, se si multiplicherà l'area della sezione per lo spazio che si conviene alla velocità. Adunque da quel che si è detto, è chiaro, questa essere la vera misura, perchè se tutte le parti dell'acqua che si ritrovano nella sezione, o nella perpendicolare AB, scorressero colla velocità CE atta a scorrere in un minuto piedi 120, ne risulterebbe un prisma retto, la base di cui sarebbe la data sezione, e la lunghezza piedi 120. e la solidità di questo prisma si ha multiplicando scambievolmente le tre dimensioni.

Corol. E perchè per la proposizione 5. si dà la proporzione dell'acque correnti per le date sezioni di canali orrizzontali, ne segue,

---

(1) Vedasi l'appendice in fine del libro vi. di questo trattato.

che se sarà esattamente determinata una misura d'acqua in una sezione, il che si può avere ancora con particolare esperienza più, e più volte riprovata; ne segue dico, che si possa avere determinata precisamente in qualunque altra sezione, come, se si supponga, la quantità dell'acqua che scorre in un minuto di tempo per una sezione, la perpendicolare della quale è AB, essere 10800. piedi cubi, e sia il cubo dell'acqua in questa sezione, al cubo dell'acqua nell'altra, come 1. a 27. si farà per la regola aurea, come 1. a 27. così 10800. a 291600, e questo sarà il numero de' piedi cubi correnti in un minuto solo di tempo per la seconda sezione.

## *LIBRO QUARTO.*

### NEL QUALE SI TRATTA DELLA MISURA DELL' ACQUE CORRENTI NE' CANALI INCLINATI, UNITI IN QUALUNQUE MODO.

### ASSIOMA.

L'acqua non può avere nel suo corso, eccettuata la violenza, maggior velocità di quella, che avrebbe, se solo discendesse liberamente per la linea perpendicolare, levato ogni impedimento.

Questa proposizione è certa, essendo che la velocità del corso dipende dalla gravità dell'acqua, e questa impiega la sua massima forza nella linea tendente al certo de' gravi, cioè nella perpendicolare; e perciò a ragione si può prendere come assioma.

### DEFINIZIONI.

I. *Velocità intera* dell'acqua corrente è quella che avrebbe l'acqua in un punto d'un canale, o perpendicolare ec. se dal principio del canale fin lì discendesse senza alcuna resistenza.

II. *Velocità ritardata, o residua* è quella, che ha realmente l'acqua nel discendere, quando è minore dell' intera velocità, ovvero è l'intera velocità, mancante di quella, che vien levata all'acqua corrente dagl' impedimenti nel discendere.

III. *La velocità perduta* è la differenza tra la velocità intera, e la ritardata, ovvero è quella porzione di velocità, che è di tanto in tanto levata all' acqua corrente dagl' impedimenti.

IV. Dalle ineguali velocità delle dette tre specie in una perpendicolare di qualche sezione, ovvero nella sezione medesima si può comporre una media velocità, secondo il senso della settima definizione del lib. 1.°, e si dirà *media velocità intera*, *media velocità ritardata*, *media velocità perduta* d' una perpendicolare, o d' una sezione.

V. *La perpendicolare all' orizzonte di qualche sezione* è la retta linea perpendicolare all' orizzontale, tirata dal fondo della sezione.

VI. *La perpendicolare d' una sezione* è la linea tirata nel piano della sezione perpendicolare al fondo, la quale se rimane alla superficie dell' acqua, altrove si è chiamata altezza dell' acqua.

VII. *Prima sezione di qualche canale* è quella, che avanti l' altre riceve tutta l' acqua che dee scorrere pel canale, ovvero è quella che è più alta di tutte l' altre, che possono darsi in uno stesso alveo, per la quale scorre eguale quantità d' acqua, che per le inferiori. Come se si supponga SOBA (*fig.* 39.) essere qualche conserva, o stagno, in cui l' acqua sia livellata fino all' orizzonte SA, e BE, il canale pel quale debba scorrere l' acqua, sarà S principio del canale, secondo il senso della quarta definizione del libro secondo, e B prima sezione, perchè per essa primieramente passa tutta l' acqua che si cava dalla conserva; l' altre poi sotto B si chiamino sezioni seconde, o inferiori, le quali si vanno distinguendo secondo la distanza diversa dal principio del canale S. E così BA si chiama perpendicolare all' orizzonte della sezione B, e BC perpendicolare prolungata della sezione; e supposto che M sia la superficie dell' acqua nella sezione B, chiamiamo BM semplicemente perpendicolare della sezione, ovvero altezza dell' acqua nella sezione.

### PROPOSIZIONE I.

Ne' canali inclinati liberamente correnti, che hanno nel discendere l' intera velocità, l' altezza dell' acqua non cresce velocità.

Sia il canale inclinato (*fig.* 33.) AD, e il suo principio A, e l' altezza della sezione DE, la velocità della quale sia intera, e da D, si alzi DF perpendicolare all' orizzontale della sezione CD, e terminata alla superficie dell' acqua. Dico che l' altezza della DF, non accresce la velocità della perpendicolare, o della sezione DE. Imperocchè per A tirasi la AC perpendicolare all' orizzontale CD, e presi in DE qualsivogliano punti, v. g. H ec., per H si tiri HI, parallela a CD, e HG parallela a DF, e terminata in G alla superficie dell' acqua.

E perchè per supposto, l' acqua in D ha l' intera velocità, tanto in D, che in C sarà la medesima velocità; adunque se l' altezza FD crescesse la velocità D, sarebbe la velocità in D, maggiore della velocità in C; adunque l' acqua D più velocemente scorrerebbe per lo piano inclinato AD, che per la perpendicolare AC, mantenendosi pure la medesima scesa AC. Similmente se l' altezza GH, crescesse la velocità H, sarebbe la velocità in H, maggiore della velocità in I, e conseguentemente l' acqua H più velocemente scorrerebbe, che se discendesse per AI. La medesima ragione serve per tutte le parti

dell' acqua nella perpendicolare DE; adunque tutta l' acqua DE, più velocemente scorrerebbe per lo piano inclinato AD, che per la perpendicolare AC, il che è impossibile per l' assioma di questo libro, adunque le perpendicolari FD, GH ec. non accrescono velocità. Il che ec.

Corol. i. Perchè dunque niuna perpendicolare, o altezza FD, minore dell' altezza AC cresce la velocità D, ne segue la pressione dell' acqua, che di sopra fa forza, con agire contra la velocità, quando la velocità dell' inferiore per altro motivo è maggiore di quel, che possa imprimere la pressione superiore.

Corol. ii. Ma se l' altezza FD fosse eguale ad AC, o operi la pressione cessando la velocità acquistata per AD, o nò (rimanendo la medesima velocità, e dalla medesima cagione), ne segue, che la velocità del punto D in questo caso, si può pigliare indistintamente, o dall' altezza FD, o dalla discesa per AD, secondo la perpendicolare AC.

Corol. iii. Che se l' altezza FD superasse la perpendicolare AC, in questo caso, perchè la superficie dell' acqua da se stessa si livella alla linea orizzontale, proporzionalmente si alzerà il principio del canale A, v. g. in L, e la velocità si dovrà misurare dalla scesa per la LD.

Corol. iv. E perciò l' altezza v. g. MD, potrà accrescere la velocità D, se ella prima sarà tanta, quanta solo si conviene alla discesa per AD; imperciocchè, o cresca a causa della maggior discesa LD, o LO, ovvero a causa dell' altezza MD, è la medesima cosa, essendo che MD, LO sieno eguali.

Corol. v. Adunque generalmente l' altezza dell' acqua in qualche sezione, non aggiugne velocità alle parti inferiori, se non hanno minore velocità di quella, che l' altezza dell' acqua può imprimere sopra al fondo della sezione.

Scolio. E di quì si cava la ragione, perchè l' acque ne' canali orizzontali scorrono colla sola velocità proveniente dalla pressione, ma ne' canali perpendicolari, e inclinati colla sola velocità dipendente dall' inclinazione dell' alveo, cioè perchè in quelli l' acqua inferiore nella sezione, non ha velocità, e per conseguenza minore di quella, che ad essa può contribuire l' altezza dell' acqua premente, ma in questi l' acqua inferiore, quanto comporta sua natura, fluisce con maggior velocità, di quel che le possa contribuire l' altezza, e in questo caso l' altezza dipende dalla condizione della velocità, non la velocità dalla quantità dell' altezza, come negli orizzontali; il simile segue nelle fonti, nelle quali le sezioni verticali degli spilli, e le loro altezze perpendicolari all' orizzonte, non influiscono nella velocità, o sieno li spilli orizzontali, o in qualsivoglia modo inclinati.

PROPOSIZIONE II.

Supposte le stesse cose, se per di sopra si chiuderà qualche poco la sezione, l'altezza dell'acqua nella perpendicolare della sezione tanto crescerà, che o supererà l'impedimento, e scorrerà di sopra, o supererà l'orizzontale tirata dal principio dell'alveo.

Poichè nel canale inclinato (*fig.* 33.) AD, si chiuda per disopra parte dell'altezza della sezione DE, e sia la chiusa HE, e si continui l'impedimento, che ritiene l'acqua fino in Q, sotto l'orizzontale AN: Dico che l'acqua crescerà fino all'orizzontale KQ, talchè potrà scorrere sopra all'impedimento HQ, e se lo stesso impedimento, per di sopra si continui, di maniera che possa contenere tutta l'altezza ricresciuta; dico che l'acqua solo ascenderà tanto, che superi l'orizzontale tirata dal principio dell'alveo. Imperocchè diminuita l'altezza della sezione DE, e conseguentemente la sezione a cagione della chiusa HE, è impossibile, che scorra per la stessa sezione DH la medesima quantità d'acqua, che per l'avanti scorreva colla medesima velocità per DE. Perchè a volere che scorra dall'una, e l'altra sezione la medesima quantità d'acqua, è necessario, che le velocità sieno reciprocamente proporzionali colle sezioni; sicchè qualche porzione si ritarderà; e perchè in tutti i tempi si ritardano altre simili porzioni, queste non solo si stagneranno sopra all'EQ, ma per causa del continuo aumento accresceranno ancora l'altezza. Si supponga dunque l'altezza essere cresciuta fino all'orizzontale KQ. E perchè KQ è sotto l'orizzonte AN, sarà AC maggior perpendicolare di KC, laonde la discesa per AC, imprimerà maggiore velocità di quella, che possa imprimere la pressione KC; adunque l'altezza KC, o SD non crescerà velocità nella sezione DH; e in conseguenza non sarà cresciuto il flusso dell'acqua dall'altezza DS; dunque tutta la quantità dell'acqua che sarà ritardata, dopo l'acquistata velocità DS, sarà necessitata a scorrere sopra all'impedimento HQ; e nel medesimo modo si dimostrerà, che l'altezza DB non cresce la velocità della sezione DH. Adunque acciocchè l'altezza possa far crescere la velocità della sezione DH, sarà necessario che ascenda sopra all'orizzontale AN. Il che ec.

Scolio. La verità di questa proposizione, che da molti amici veramente dotti, era tenuta per un paradosso, presi da un comune errore, che faceva loro credere per certo, che le velocità dipendessero sempre dall'altezza dell'acqua, almeno in parte; mentre io la dimostrava coll'esperienza alla loro stessa presenza, si osservarono alcuni accidenti degni di essere notati quali io stimo molto a proposito manifestare in questo luogo.

Io feci fare di lama di ferro il vaso parallelepipedo AF (*fig.* 34.)

e nella sua faccia d'avanti fu aperto l'emissario LS, e ad esso fu adattato il canale della medesima materia, che si girasse intorno ad FG, in maniera che potesse avere diverse inclinazioni; il quale abbiamo notato colla sola linea SP con sezione verticale, per isfuggire la confusione delle linee, e le sue laterali sponde LSPM tanto erano alte, che impedivano che l'acqua non iscorresse sopra di esse. Nel mezzo di questo canale fu adattata la cateratta MR ne' suoi canaletti, acciocchè ella si potesse, qualunque volta alzare, e abbassare. Per la qual cosa inclinato il canale v. g. in PS, e serrate accuratamente tutte le fessure colla cera, si mise dell'acqua nel vaso con alcune canelle torte, che l'attignevano uniformemente da un altro vaso, cioè da una conserva, che stesse sempre piena d'acqua, acciocchè la quantità dell'acqua tirata sù dalle cannelle in tempi eguali, fosse perpetuamente eguale, ed eguale fosse quella che esciva dal canale.

Questa dunque cominciò a scorrere formando la superficie, o linea IXNQ, e nella sezione O, l'altezza ON, le quali cose stando così, si lasciò andare la cateratta di maniera, che per l'appunto combaciasse colla superficie dell'acqua; e finchè le cose si lasciarono star così, non si vide mutazione alcuna, ma tramutate le circostanze si scorsero i seguenti accidenti.

I. Lasciata immergere la cateratta nell'acqua v. g. fino in R, l'acqua fra I, ed N si cominciò ad elevare quasi sino all'orizzontale HIB, ma non vi arrivò precisamente; si alzò però tanto, che arrivò a superare quattro, o cinque volte l'altezza del restante della sezione OR.

II. Si cominciò ad elevare l'acqua con tumulto, e agitazione, come se avesse ribollito, di maniera che la parte dell'acqua che passava per RO lasciò in parte la prima velocità, e cominciò a scorrere più lentamente, il che manifestamente si potè distinguere dalla diminuzione dell'acqua che scaturiva da basso sul piano inclinato, dalla qual cosa fu facile il dedurre, che la velocità dell'acqua acquistata nel discendere, a causa de' moti irregolari derivati d'altronde, come da impedimenti, reflessioni, vortici ec. patisce alterazione, e diminuzione considerabile.

III. Sollevatasi l'acqua fino all'orizzontale DXC termine dell'elevazione, qui si quietò; ed essendo che quel tumulto appoco appoco cessasse, crescendo l'alzamento, cominciò parimente a farsi maggiore l'ampiezza dell'acqua cadente, di maniera che primieramente tornò all'ampiezza di prima, e dipoi ancora pervenne a maggiore.

IV. E stando in questo stato le cose, aggiunta l'acqua d'una cannella, di nuovo si rialzò anco più la superficie, fino all'altro termine superiore, e di nuovo si osservarono le cose stesse che furono osservate nel secondo, e terzo caso.

V. Di nuovo rialzata la cateratta di maniera che l'acqua ritenuta scorresse, e ritornata l'acqua alla sua natural superficie IGNQ, di nuovo si lasciò andare la cateratta fino al combagiamento di essa; fatto questo, aggiunta l'acqua d'un altro sifone nel vaso AF, si osservarono le stesse cose che sopra furono osservate, quando fu lasciata andare la cateratta sotto la superficie dell'acqua.

VI. Tutte queste cose in contrario proporzionatamente si osservarono, (rimosso il sifone aggiunto di prima, e alzata la cateratta, e di nuovo lasciata andare come prima) per la sola aggiunta di piccolissima quantità d'acqua v. g. d'un oncia, o due, anzi solamente di tanta, quanta si contiene da un cucchiaio, la quale si versasse immediatamente sopra alla sezione QR.

VII. Anzi lo stesso appunto accadeva senza alcuno accrescimento d'acqua solamente col ritardare la velocità dell'acqua fra SO, o con una mazza, o con un dito, o con una mazza messa nell'acqua, e ancora col solo soffio.

Scolio ii. In queste esperienze è da osservarsi, che il sesto, e il settimo fenomeno riconoscono la medesima causa; poichè l'aggiunta dell'acqua, per quanto importa una certa aggiunta non continuata, avrebbe dovuto tanto accrescere la superficie dell'acqua, quanto richiede la sua mole, cioè pochissimo, ma perchè nell'aggiugner acqua, e in particolare con impeto, come quando si getta l'acqua da alto, si ritarda la velocità del corso, e sempre più se sia causata perturbazione, quindi l'aumento dell'altezza diviene più notabile per questo modo, che nel settimo caso al ritardamento fatto con un dito.

Scolio iii. Che poi nell'addotta esperienza, nel primo fenomeno l'acqua non superasse l'orizzontale HB, come naturalmente doveva accadere, per le cose dimostrate nella passata proposizione, ciò seguì perchè non era intera la velocità dell'acqua, cioè non era tanta quanta ne richiedeva la scesa perpendicolare della TO, VR, ma ritardata dalla resistenza causata dal soffregamento del fondo, e delle sponde, la qual cosa non si può fuggire in tutto, nè pure per mezzo d'alcuno artificio; e ne' canali inclinati, è d'una grande importanza.

Contuttociò esporremo più sotto alla prop. 10. lib. 5. il metodo di ritrovare la proporzione, che ha questo impedimento, o piuttosto questa velocità ritardata all'intera velocità.

### PROPOSIZIONE III.

Supposte le stesse cose, e accresciuta l'altezza dell'acqua di maniera che finalmente sempre rimanga nel medesimo stato: dico che per la minor sezione HD passerà la medesima quantità d'acqua, che passava prima per l'intera sezione DE.

Conciossiachè cresciuta l'altezza dell'acqua fino ad (*fig.* 33.) ML, sopra all'orizzontale AN, perchè pel canale AD, passa la medesima quantità d'acqua di prima, se fosse maggiore la quantità dell'acqua che passa per la sezione DH, di quella che passava per l'avanti per la sezione DE, maggior quantità d'acqua si trarrebbe, di quella che fosse somministrata dal canale; adunque l'orizzontale ML discenderebbe, il che è contrario al supposto; e se minore fosse la quantità dell'acqua che passa per la minor sezione DH, di quella che passava per la maggiore, trattenendosi allora qualche porzione d'acqua la superficie ML s'alzerebbe, il che pure è contrario al supposto; sicchè non passando, nè maggiore, nè minore quantità d'acqua, passerà per la sezione HD, l'istessa che passava per la sezione DE. Il che ec.

### PROPOSIZIONE IV.

In un canale inclinato, se l'acqua scorra facendo nella data sezione una determinata altezza, sopra alla quale si serri dalla parte di sopra indefinitamente la sezione; e le sponde del canale sieno tant' alte, che possano contenere tutta l'altezza dell'acqua, e s'intenda ritardata la velocità dell'acqua, si alzerà la superficie dell'acqua fino all'orizzontale per lo principio dell'alveo.

Nel canale inclinato (*fig.* 33.) AD scorra l'acqua, facendo nella sezione D, l'altezza DE, e da E s'intenda per di sopra continuato l'impedimento EP che chinda, e il rimanente che è supposto nella proposizione, e s'intenda a causa della chiusa essere ritardata la velocità, di maniera che non possa più passare l'acqua per la sezione DE colla sua prima velocità. Dico che la superficie dell'acqua s'alzerà tanto che, arriverà all'orizzontale AN per lo principio dell'alveo. Poichè essendo ritardata la velocità nella sezione DE, non passerà per DE tant' acqua, quanta ne passava prima; laonde in tutti i tempi sarà trattenuta qualche porzione d'acqua fra A, ed EP; adunque dall'essere trattenuta continuamente ciascuna porzione dell'acqua, sempre più, e più s'alzerà la superficie dell'acqua, finchè l'altezza sopra alla luce o sezione DE non divenga tale, che possa restituire la perduta velocità; ma solo l'elevazione fino all'orizzontale AN può restituire la primiera velocità; conciossiachè la primiera velocità, essendo che era l'intera, era quella che conviene alle perpendicolari BD, NH, ed è la medesima, che alla sezione DE viene impressa dall'elevazione della superficie AN; adunque l'acqua si eleverà fino all'orizzontale AN per lo principio dell'alveo, nè si alzerà di più, imperocchè crescerebbe la velocità nella sezione, ed in conseguenza maggior quantità d'acqua escirebbe per la sezione DE, di quella che conducesse il canale AD, e così la superficie di nuovo si riabbasserebbe all'orizzontale

AN, nè si abbasserà più, imperocchè la minore altezza non imprime la velocità dovuta alla maggior discesa. Il che ec.

Corol. Di qui è chiaro, che se il ritardamento cessasse prima che fosse seguita l' elevazione fino all' orizzontale per lo principio dell' alveo, cesserebbe ancora l' elevazione che si fermerebbe in quello stato; laonde acciocchè sia vera la proposizione, bisogna che duri il ritardamento, almeno fino all' elevazione predetta.

### PROPOSIZIONE V.

Poste le stesse cose, come nella seconda proposizione: dico che le velocità fra D, ed H, avranno fra loro proporzioni tali, che il punto D abbia la velocità che gli è contribuita dall' altezza DM, il punto H quella, che gli dà l' altezza HR, di maniera che il complesso delle velocità fra D, ed H, sia nello spazio parabolico, la cui cima sia P.

Imperocchè in (*fig.* 33.) D non può esser maggior velocità di quella, che vi imprima l' altezza MD, non essendovi causa che ve ne sia impressa maggiore; poichè l' accelerazione pel canale AD, o piuttosto LD, non ne può contribuire di più, come da per se stesso è manifesto: similmente nè meno può esser minore, essendo che la pressione MD non permetta questa minor velocità, se dunque nè minore, nè maggiore è la velocità in D di quella, che le vien data dall' altezza MD, è necessario che sia eguale. Similmente si dimostrerà che la velocità H è quella, che imprime l' altezza RH, e l' istesso si dimostrerà dell' altre velocità fra D, ed H, rispetto alle sue perpendicolari fino alla superficie dell' acqua LD. Ritrovata dunque la parabola, che sia la misura di queste velocità, cioè PTV, si tirino le DV, HI semiordinate, e si faccia lo spazio parabolico DHTV, che sarà il complesso delle velocità della perpendicolare DH. Il che ec.

Scolio I. Lo stesso si può dimostrare benchè non sia serrata la sezione, ma solo ritardata la velocità, secondo le cose supposte nella quarta proposizione essendo la medesima dimostrazione.

Scolio II. E perchè l' elevazione della superficie LP accresce ancora la lunghezza del canale prolungato per di sopra il principio in L, secondo il senso della quarta definizione del lib. 2. è chiaro che l' altezza MD, e la discesa per LAD, imprime i medesimi gradi di velocità alla sezione D, e di più che il canale diviene, come un vaso chiuso LADEP, la luce del quale è H, e che ad esso è somministrata l' acqua in maniera, che conserva la stessa superficie LP; sicchè da questo capo ancora si deduce le velocità D, H avere tra loro tali proporzioni, che vengono nello spazio parabolico predetto per le cose dimostrate nel secondo libro.

Corol. i. Tirata adunque per X la parabola DXY, e le sue semiordinate DY, E&, sarà lo spazio parabolico DF&Y complesso delle velocità della perpendicolare DE, eguale allo spazio parabolico DHTV complesso delle velocità della perpendicolare DH; imperocchè essendo eguali le quantità dell'acqua, ancora i complessi delle velocità saranno eguali.

Corol. ii. Adunque se si faranno sopra DE, DH, i rettangoli eguali agli spazi parabolici, saranno i lati rimanenti, ovvero le loro altezze, le medie velocità, e ritrovato il centro della velocità della perpendicolare ED v. g. H, si faccia come il quadrato della media velocità della perpendicolare DH, al quadrato della velocità media della perpendicolare DE, così XH a P 2, sarà 2 il centro della velocità della perpendicolare DH. Poichè essendo le linee che rappresentano le medie velocità, ordinate nelle paraboliche linee paralelle, ovvero eguali, saranno gli assi fra loro in duplicata proporzione delle massime ordinate.

Scolio ii. E perchè per ritrovare il centro della velocità, bisogna che sia nota l'altezza dell'asse DX, come s'è detto nella prop. 8. del lib. 2. ricercando ciò la quadratura dello spazio parabolico, come nella prop. 7. del medesimo, e di più per ritrovare l'altezza dell'asse, nella maniera che nella prop. 6. del medesimo si ritrova, bisogna che sia nota la proporzione delle semiordinate massima, e minima, o pure nel nostro caso, quella della velocità della superficie, e del fondo, la quale se si ricercherà coll'esperienza v. g. col pendolo; non è certissima, potendo essere le velocità ritardate, e conseguentemente turbata l'astratta proporzione di esse dovuta alla discesa; si potrebbe dubitare nel caso del precedente corollario, se sia ritrovato bene il centro della velocità, ma contuttociò, perchè la proporzione delle velocità si può trovare per altri versi, come per esempio dalla lunghezza del canale, e dall'angolo dell'inclinazione, ed ancora colle livellazioni fatte diligentemente, coll'istrumento in particolare del celebre Montanari di felice memoria, già mio maestro, pel mezzo delle quali cose può aversi la distanza della linea orizzontale per lo principio dell'alveo, dal fondo della sezione, v. g. BD, è di qui la DX, si avrà il centro della velocità, e dipoi tutte le altre cose dedotte nel corollario precedente.

Corol. iii. Laonde se sarà noto l'angolo dell'inclinazione del canale, al quale è eguale l'angolo BDX, oppure 3. 2. P; essendo noto l'angolo P 3. 2. retto, e il lato P 2; sarà anco manifesta trigonometricamente la quantità della perpendicolare 3. 2, cioè l'altezza dell'acqua, sopra il centro della velocità della perpendicolare DH.

## PROPOSIZIONE VI.

Se s' infonda dell' acqua in una conserva per mezzo d' un canale perpendicolare influente, e sia la quantità influente maggiore della quantità di quell' acqua, che può escire dalla sezione, o luce data, con quella velocità che si conviene alla cascata dal principio del canale influente, sino alla luce; l' acqua nella conserva ascenderà tanto, che superi l' altezza del canale influente.

Sia la conserva (*fig.* 35.) CBD, e il canale perpendicolare influente in essa AB, il principio del quale A, e sia in B la velocità della cadente intera, e l' apertura B non sia sufficiente a metter fuori tutta l' acqua, che gli vien somministrata dalla cadente AB. Dico che l' acqua nella conserva si alzerà sopra al principio A della cadente. Si continui la conserva fino alla cima del canale influente, e perchè in questo stato l' altezza della conserva non può imprimere maggior velocità, di quella che si conviene alla discesa perpendicolare AR, e la velocità, che a questa si conviene, cioè l' intera non è tanta, sicchè possa tutta l' acqua scorrere per l' apertura B, dunque, o traboccherà sopra alle sponde del canale, ovvero continuato esso canale, acquisterà tant' altezza, di maniera, che potrà spingere tutta l' acqua per B, colla ricercata velocità, cioè più alto salirà che A. Il che ec.

Corol. i. Di qui ne segue, che se sarà l' apertura B proporzionata all' intera velocità B, cioè se la luce B alla sezione della cadente in M, sarà in reciproca proporzione della velocità M, alla velocità B, non si tratterà alcuna porzione d' acqua nella conserva, ma tutta scorrerà fuori. Lo stesso avverrà, se la luce alla sezione avrà maggior proporzione, che reciprocamente le velocità. Al contrario poi, se maggiore sarà la proporzione della velocità M, alla velocità B, di quella che ha l' apertura B, alla sezione M, che è il caso della proposizione pur ora dimostrata.

Scolio i. La velocità M, e la sezione M in questo corollario non si possono intendere nel principio del canale, ma sotto esso, essendo che nel princio la velocità è nulla, e la sezione è infinita; imperocchè nella stessa proporzione dovrebbe essere la velocità B, quanta alla velocità A nulla, che la sezione A, alla sezione B; ma fra il quanto, e il nulla vi corre una infinita proporzione, adunque ancora dee essere infinita la proporzione della sezione A, alla sezione B, quale appunto è quella, che passa fra la sezione A infinita, e la sezione B finita.

Corol. ii. Adunque in questo senso, perchè la velocità M, alla velocità B ha maggior proporzione, che la luce B, alla sezione M, si faccia come la luce B, alla sezione M, così la velocità M, ad un' altra

velocità F, e come il quadrato della velocità M, al quadrato della ritrovata velocità F, così si faccia AM, a GR; sarà GR l'altezza, fino alla quale crescerà l' acqua nella conserva nel caso di questa ultima proposizione; e maggiore di AR, come facilmente si può provare da quello, che si è fin' ora dimostrato.

COROL. III. Ma se la velocità del canale influente sarà ritardata, essendo l' apertura proporzionata all' intera velocità, l'acqua salirà nella conserva fino al principio del canale A; imperocchè ascendendo l'acqua fino lì, restituirà l' intera velocità, e però per esso escirà tutta l' acqua.

COROL. IV. Che se la luce sia proporzionata a qualche velocità ritardata, nè per anco l' acqua esca tutta, è evidente essere la velocità più ritardata di quel che comporti la reciproca proporzione de' fori, e delle velocità, cioè il foro essere minore di quel che richiegga la data velocità dell' acqua ritardata; dunque l' acqua si alzerà nella conserva, v. g. fino all' orizzontale CD, di maniera, che l' altezza RC, restituisca quella velocità, che è proporzionata alla luce.

COROL. V. E di qui è chiaro, che l'altezza CR della superficie dell' acqua CD, aggiugnerà maggior velocità alla luce B, che tutta la caduta AB, ogni volta che è ritardata la velocità.

COROL. VI. Ed inoltre, non essere da considerarsi l' impeto della cadente perpendicolare nella conserva, ovvero non far nulla alla velocità delle luci, mentre stia fissa la superficie dell' acqua, se non quanto alcuna volta la superficie dell' acqua qualche pocolino per l' impeto della cadente, va in giù, e in su, ma essere solamente considerabile l' altezza della superficie dell' acqua sopra i centri della velocità delle luci.

COROL. VII. Tutto quel che fin ora si è dimostrato, supposta la cadente perpendicolare, si dimostrerà nel medesimo modo suppostala inclinata.

COROL. VIII. Adunque supposte le stesse cose, e la stessa figura 33. della seguente proposizione, perchè per la strettezza della sezione DH, l' acqua non può scorrere colla primiera velocità, e l' acqua ritenuta si livella alla superficie, che sta ferma AX; l' altezza BD imprimerà la velocità in 2. (suppongasi 2. centro della velocità) minore di quel che fosse dianzi per la discesa AD, e in conseguenza la velocità 2. fatta dall' altezza 2. 3. non sarà ritardata dal contatto, e soffregamento del fondo da A fino in D.

COROL. IX. Che se l' orizzontale AX pareggerà precisamente il principio dell' alveo, sarà l' altezza DH della sezione, quella che avrebbe l' acqua, se non fosse ritardata la sua velocità (che è il converso del quarto corollario); ma se l' orizzontale AX sia sotto l' orizzontale per lo principio dell' alveo, sarà l' altezza dell' acqua maggiore

di quella, che richiederebbe l'intera velocità, e al contrario, se sarà AX sopra all'orizzontale per lo principio dell'alveo.

PROPOSIZIONE VII.

Se la velocità dell'acqua corrente per un canale inclinato sarà ritardata, facendo nella sezione una data altezza, e per disopra si chiuda la sezione, di maniera che l'acqua cresca ad un altezza fissa, le diverse velocità dell'acqua talmente fra loro si proporzioneranno, che converranno in una parabola, il vertice della quale è il punto comune alla perpendicolare per di sopra prolungata, e alla superficie dell'acqua, e l'asse la medesima perpendicolare prolungata.

Sia il canale (*fig.* 33.) LD, pel quale la velocità dell'acqua corrente ritardata faccia nella sezione D, l'altezza DE, e si chiuda la parte superiore di essa; e crescendo l'acqua sia la sua ferma superficie AX. Dico che pel restante della sezione DH l'acqua scorrerà in maniera che tutte le velocità convengano nella parabola, che abbia il vertice X, e l'asse DX. E perchè AX è la superficie dell'acqua, che sta sempre ferma nel medesimo stato, mentre dura l'escita per la sezione DH, e l'entrata per lo canale LA, sarà ADX una conserva, colla luce DH, ed AX, la superficie dell'acqua, che si mantiene sempre nella medesima altezza, durante l'entrata eguale per LA; ma nelle conserve le velocità sono fra loro in sudduplicata proporzione dell'altezza dell'acqua, che per di sopra la preme; adunque la velocità in D, alla velocità in H, è in sudduplicata proporzione delle linee BD, NH; ma come BD a NH, così DX, a XH; adunque la velocità in D, alla velocità in H, cioè DY a H 4. è in sudduplicata proporzione delle linee DX, XH, e conseguentemente converranno nella parabola DXY, che ha il vertice X, e l'asse DX; e sarà lo spazio parabolico DH 4. Y il complesso delle velocità della perpendicolare DH, e nel medesimo modo si dimostrerà, che tutte le velocità della perpendicolare DH terminano al segamento parabolico Y 4. Il che ec.

SCOLIO. Si è dimostrato la sesta proposizione per torre il dubbio, che l'acqua che viene, possa crescere qualche velocità nella sezione DH, a causa dell'impeto della cadente LA, il che contuttociò è falso, sì per le cose ivi dimostrate, sì come ancora perchè l'impeto della cadente, e la superficie dell'acqua si equilibrano. E questa settima proposizione si è dimostrata più a questo fine, perchè da essa dipende immediatamente la misura dell'acqua corrente, che ora ricerchiamo; benchè d'altronde si potesse ricavare come corollario.

COROL. Sicchè da questa proposizione se ne cava la regola universale per misurare tutte l'acque correnti ne' canali, o sieno orizzontali,

e inclinati, o solitari, o in qualsivoglia modo uniti, ancora avendo riguardo al ritardamento della velocità, causato da qualsivoglia impedimento fino alla sezione; purchè le velocità massime, medie, minime, ec. di tutte le perpendicolari della sezione, nella quale si dee far la misura, sieno eguali. Laonde sia

*Regola generale per misurare l'acque di qualsivoglia fiume.*

In primo luogo, acciocchè sia la velocità dell'acqua da per tutto simile a se, si scelga quella sezione del fiume, sopra, e sotto alla quale sia l'alveo, quanto più può esser diritto, cosa facile a trovarsi ne' fiumi grandi, e non gran cosa difficile a farsi ne' piccoli.

II. Eletto il sito proporzionato del fiume, per isfuggire l'irregolarità, se manca la naturale sezione, si adatti ad esso l'artificiale (ovvero, come è chiamata dal Castelli, il Regolatore) fatta di pietra, o con regoli, che gli servano per lati, come tornerà più facile, la base della quale AB (*fig.* 36.) sia esattamente orizzontale, e i lati, o sponde perpendicolari; e in *un lato*, v. g. BD, si segni una qualche misura, che sia in uso, v. g. piedi, braccia, ec. e nella parte superiore si adatti la cateratta EG, che talmente si possa lasciare scorrere, che la sua inferior superficie EF, sempre resti nel sito orizzontale, e per questa sezione si sforzi a passare tutta l'acqua del fiume.

III. Stando il fiume nel medesimo stato, cioè non s'alzando, nè abbassando la sua superficie, si lasci andare la cateratta sotto la superficie dell'acqua, adunque per la proposizione seconda, e per le cose quivi notate, si alzerà la superficie dell'acqua fino ad un termine stabile, che sia v. g. KL.

IV. Si osservi nel lato BD, l'altezza BK della superficie dell'acqua sopra il fondo della sezione artificiale BA, la quale per lo più non supererà gran fatto la precedente altezza dell'acqua, sì per lo poco declive, che è solito essere negli alvei inclinati de' fiumi; che spesso fanno l'angolo coll'orizzontale insensibile, siccome pel ritardamento causato da vari impedimenti accidentali, come sono l'inegualità delle ripe, e del fondo, e la scambievole inclinazione delle medesime, e le tortuosità, e le corrosioni, che tolgono la dirittura dell'alveo, la reciproca strettezza, e larghezza delle sezioni, le quali cose tutte son di grandissimo impedimento all'accelerazione del moto. Ma se le circostanze facessero temere, che l'acqua per la troppa escrescenza superasse le ripe, e gli argini, si dovranno armare, e rialzare secondo il bisogno.

Così fatte, e osservate queste cose, s'intenda la parabola BKH, descritta coll'asse BK, e ordinatamente applicate BH, FI, si ritrovi della perpendicolare BF il centro della velocità per la prop. 5.

del lib. 2. imperocchè facilmente si ritroverà la proporzione di FI a BH, per la natura della parabola, essendo note per mezzo dell'esperienza KB, KF. Sia dunque M il centro della velocità; tirata MN semiordinata, questa sarà la media velocità della perpendicolare KB.

Se l'alveo sia sensibilmente inclinato, bisognerà ritrovare l'inclinazione, per sapere con quella, pel coroll. 3. della prop. 5. l'altezza dell'acqua che gravita sopra al centro della gravità, la quale ritrovata, o per la prop. 10. del lib. 2. o per mezzo d'una particolar tavola; si ritrovi lo spazio conveniente alla velocità, questo si multiplichi per la perpendicolare FB, e il prodotto si multiplichi per la larghezza della sezione AB, il numero che ne risulta, assegnerà la quantità delle misure cubiche dell'acqua, di quel genere di misura di che ci saremo serviti in quest' operazioni.

La dimostrazione della verità di questa misura, parte dipende dall'antecedente proposizione, parte dal corollario della prop. 10. del lib. 2. essendosi ritrovata la misura di quell'acqua che esce per la sezione BL, turata per di sopra; ma questa è eguale a quella, che per l'avanti esciva per la sezione aperta, per quel che si è dimostrato nella prop. 3. di questo, sarà dunque altresì la misura della quantità dell'acqua, che prima passò per la sezione aperta, cioè per qualunque altra sezione del medesimo fiume.

Scolio ii. Se non fosse bastante una sola cateratta se ne mettano più perchè torna l'istesso, fare una sola misura d'un fiume in una volta, o in più volte accoppiarne più insieme; siccome non importa niente in questo caso, che l' inferiori superficie di tutte le cateratte sieno elevate alla medesima linea orizzontale, o a diversa: purchè lo stato dell'acqua sempre sia il medesimo, e si abbia riguardo distinto di tutte le perpendicolari, che hanno lunghezza diversa.

Scolio iii. L'inclinazione d'un canale facilmente si ritrova in diverse maniere, ma in particolare colla seguente. Sia una squadra doppia (*fig.* 37.) composta da' regoli ABD, CB, che stiano tra loro ad angoli retti in B; sia accomodato un altro regolo EBG mobile, intorno al vertice dell'angolo retto B, il quale abbia una punta nella parte inferiore BG da poter ficcare nel terreno, l'altra parte BE, sia eguale a BC, e si divida l'una, e l'altra in parti simili, e eguali comunque piace, e si preparì un altro regolo, o attaccato al termine delle divisioni dell'uno, e dell'altro di detti lati, v. g. nel punto E, ovvero (il che torna meglio) separato; diviso ancor esso in particelle simili a quelle delle divisioni di EB, BC. Si ficchi pertanto nel fondo del fiume, del quale si cerca l'inclinazione il regolo BG, finchè ABD per lo lungo sia esattamente accomodato al piano del fondo, ma bisogna, che il detto regolo EBG sia perpendicolare all'orizzonte, il che si può riscontrare col pendolo; così fermate la

cose, l'altro regolo EC applicato insegnerà, quanto sia la base EC del triangolo EBC nelle parti de' lati EB, BC; quale riconosciuta, sarà noto trigonometricamente l'angolo EBC, che sarà l'inclinazione del canale, perciocchè tirata per B l'orizzontale HI, perchè gli angoli EBI, CBD sono retti, se si tolga il comune CBI, rimarrà l'angolo EBC eguale all'angolo IBD dell'inclinazione del canale.

Scolio iv. Nè si debbe opporre a questo modo di misurare l'acque correnti, la grande spesa, e le difficultà nel fabbricare le macchine, che si debbono preparare, poichè si dee rispondere quello, che intorno a ciò ammonisce egregiamente il p. Castelli, cioè nella misura de' gran fiumi esservi necessario ancora il comando di gran Principi, e per lo più queste idee non si mettere in pratica, se non vi fosse qualche gran necessità, e utilità, che diminuiscono spese. Inoltre si trovano, quasi in tutti i fiumi certe macchine, come sono i derivatori dell'acque, ovvero steccate transversali de' fiumi per derivare l'acqua altrove, dette *pescaie*, o *chiuse*, sopra i piani superiori orizzontali delle quali ereggendovi perpendicolarmente colonne di legno, vi si possono accomodare le cateratte, quali sono le cateratte versatili fatte per sostenere, e equilibrare l'acqua de' canali, dette *sostegni*, o *escluse*, che sono quasi tutta la macchina; i pilastri, ovvero i ponti de' quali, fanno l'effetto medesimo delle sponde d'una sezione artificiale, e si può servirsene con poco negozio. Ho veduto spessimo ne' fiumi gonfi d'acqua, e ne' quali la capacità degli archi, di cui sono fatti i ponti, non era sufficiente al corso dell'acque, essere alzato dalla parte superiore il livello dell'acqua, finchè acquistata la velocità richiesta scorresse l'acqua del fiume sotto agli archi de' ponti; quelchè ancora il Castelli nota essere accaduto nell'inondazione del Tevere l'anno 1598 nella quale, benchè l'acque di quà, e di là superassero le ripe, contuttociò tutte scorsero di sotto a' ponti Fabbrizio, e Cestio, nel qual caso non sarebbe stato impossibile trovare la misura dell'acque del Tevere in tutte le perpendicolari della sezione, servendo in vece delle cateratte la parte superiore del ponte.

Finalmente se nel fiume non vi fosse alcuna di queste macchine, e fosse difficile il fabbricarvene, bisogna ricorrere a' minori influenti, de' quali prese puntualmente le misure, e sommate dipoi insieme, costituiscono l'intera misura del maggiore.

Scolio v. Avendo di sopra nella regola generale fatta menzione d'una tavola, per mezzo della quale si possono avere gli spazi, che convengono a qualsivoglia altezza, la dovevámo por quì. Ma conttuttociò abbiamo stimato cosa ben fatta differirla dopo il fine di questo trattato, sì per aver tempo di estenderla quanto conviene, come ancora per poterla staccare dal libro, e servirsene in qualsivoglia occorrenza.

## LIBRO QUINTO.

### NEL QUALE SI CONSIDERANO VARIE AFFEZIONI DE' CANALI ORIZZONTALI PERPENDICOLARI; E INCLINATI SOLITARI.

#### PROPOSIZIONE I.

Se per mezzo d'un canale orizzontale l'acqua entri in qualche stagno, la superficie del quale sia permanente, e se n'esca per un altro canale orizzontale d'eguale larghezza, e sia il fondo dell'uno, e l'altro canale nel medesimo piano, sarà ancora la superficie dell'acqua dell'uno, e dell'altro canale, e dello stagno nella medesima orizzontale.

Sia l'influente canale (*fig.* 38.) AB, e lo stagno BDC; e 'l canale, pel quale se n'esce l'acqua, CO; e sieno AB, CO nel medesimo piano, e sia l'altezza dell'acqua del canale influente BF, e per F si tiri la linea EFGH, e da C si eregga la perpendicolare CG, che sia l'altezza dell'acqua in C. Dico che l'orizzontale EH sarà comune. E perchè FG superficie dell'acqua nello stagno è fissa, tanta sarà l'acqua che vi entra, quanta sarà quella che esce; laonde supponendosi eguale la larghezza dell'uno, e dell'altro canale in C, B, sarà il complesso delle velocità della perpendicolare GC, eguale al complesso delle velocità della perpendicolare FB. Sia dunque, se è possibile, l'altezza GC minore di FB, sarà dunque minore la velocità del punto C, che del punto B; sia CI la velocità del punto C, minore di BK velocità del punto B, e si descrivano le uguali parabole FBK, GCI, che saranno i complessi delle velocità delle perpendicolari FB, GC, e perchè CI è minore di BK, si faccia BL eguale a CI, ed eretta la perpendicolare ML, che segherà la parabola in M, si tiri per M la semiordinata MN, che sarà eguale a CI, e FN sarà eguale a GC, e in conseguenza la parabola GCI si adatterà per l'appunto alla parabola FNM; ma FNM è minore di FBK, adunque anco GCI sarà minore di FBK; e sono, come si è dimostrato, FBK, GCI, i complessi delle velocità delle perpendicolari FB, GC; adunque il complesso delle velocità della perpendicolare FB, sarà maggiore del complesso delle velocità della perpendicolare GC; ma è ancora eguale come si è dimostrato, il che è impossibile. Non sarà dunque FB maggiore di GC. Similmente si dimostrerà, non potere esser nè anco minore; saranno dunque eguali le FB, GC. E nella medesima maniera si dimostrerà EA essere eguale ad HO, e ancora alle predette FB, CG. Laonde EFGH sarà la medesima orizzontale. Il che ec.

Corol. i. Da questo si ricava, che la superficie de' canali orizzontali è piana, ed equidistante dal fondo del canale, quando la larghezza sia la medesima in tutte le sezioni.

Corol. ii. E benchè le sezioni sieno ineguali, lo stesso contuttociò sarà vero se la larghezza dell' ultima sezione sarà o la più piccola dell' altre, o eguale alla più piccola, imperocchè all' altezza di essa si livellano tutte l' altre, ma in questo caso le larghezze dell' altre sezioni non son vive, perchè rimane stagnante l' acqua nelle parti laterali, o vi gira formando vortici.

Scolio. Per la qual cosa, che le superficie, ne' fiumi ancora orizzontali, sieno più basse vicino allo sbocco, che lontano da esso, n' è causa l' essere nel primo caso maggiore la larghezza delle sezioni, che nel secondo, la quale appoco appoco cresce quanto più l' acqua s' accosta allo sbocco; e questo accade naturalmente, perciocchè l' acqua vicino allo sbocco, conservata la medesima velocità, dovrebbe cadere perpendicolarmente, o poco meno; e così dal troppo impeto, è necessitata a corrodere le ripe, e conseguentemente vengono a ridursi le sezioni proporzionate, talchè per quanto è possibile la superficie dell' acqua sia una sola. Ma di ciò diremo un' altra volta.

Corol. iii. Parimente si verificherà la proposizione, se il canale influente è inclinato; imperocchè in quel caso FG, GH saranno nella medesima orizzontale, essendochè l' acqua nella conserva, o stagno si disporrà ad una tale altezza, quale richiederà la quantità dell' acqua influente, e la larghezza dell' emissario, o della prima sezione, la quale dipoi si continuerà, come è dimostrato.

Corol. iv. Adunque sarà lo stesso o essendovi qualsivoglia canale influente, o non ve ne essendo alcuno, se l' acqua sormonti dal fondo d' un ricettacolo BDC, il che suole per lo più ne' laghi accadere.

### PROPOSIZIONE II.

**Data l' altezza, che ha l' acqua in una conserva v. g. o in uno stagno ec. sopra il fondo della prima sezione, ritrovare l' altezza che ha la medesima acqua nella perpendicolare della prima sezione.**

Questa proposizione suppone l' acqua stagnante, o almeno livellata in qualche conserva, peschiera, lago, palude ec. e suppone essere fatto nella conserva un emissario, che faccia il medesimo effetto d' una sezione artificiale, alla quale sia applicato un canale inclinato, del quale parlammo nella supposizione del libro 2. Sia dunque (*fig* 39.) AB, l' altezza che ha la superficie LS livellata della conserva, sopra al fondo della prima sezione B. Bisogna ritrovare l' altezza che farà l' acqua nella perpendicolare della prima sezione BD.

Si prolunghi LS, BD, finchè concorrano nel punto C, e col centro

B, e con l' intervallo BA, si descriva l' arco AD, che seghi BC in D, e intorno a CB descritta la semiparabola BCE, si piglino fra BC, DC le due medie proporzionali F, G; e si faccia come BC ad F, così BE velocità massima della sezione B, a BH, e per H si tiri HN paralella a BC, che seghi la linea parabolica in N, perchè BH necessariamente è minore di BE, essendo BC, maggiore di DC; e per N si tiri la NM, paralella a BE, che seghi BC in M. Dico che BM sarà l' altezza ricercata.

Perchè il punto B, della sezione BM ha la velocità conveniente alla scesa SB, ovvero alla pressione, che sia eguale a BA, e ancora avrebbe la medesima il punto B, se OB prolungata, v. g. in P, facesse da B fino in P un canale orizzontale, sarà la velocità nel punto B nell' uno, e nell' altro caso la medesima. Laonde presa BE come comune velocità, con l' asse BD, si descriva la parabola BDE, che seghi BCE, in E; perchè dunque BD è eguale a BA, e BE è la velocità del punto B, sarà la parabola BDE il complesso delle velocità della perpendicolare BA. Ma perchè BC, a CD è in tripla proporzione di BC ad F, e come BC ad F, così BE a BH, o ad MN, sarà BC a DC in tripla proporzione di BE ad MN. Nella medesima triplicata proporzione di BE a MN, è la parabola CBE, alla parabola CMN; dunque come BC a DC, così la parabola CBE, alla parabola CMN; e dividendo come lo spazio BMNE, alla parabola CMN, così BD a DC; ma come BD a DC, così la parabola BDE, allo spazio CDE, dunque come lo spazio BMNE, alla parabola CMN, così la parabola BDE, allo spazio CDE; e convertendo come la parabola CMN, allo spazio BMNE, così lo spazio CDF, alla parabola DBE; e componendo come la parabola CMN, insieme collo spazio BMNE, cioè tutta la parabola CBE, allo spazio BMNE, così lo spazio CDE, insieme colla parabola DBE, cioè tutta la parabola CBE, alla parabola DBE, e in conseguenza sarà lo spazio parabolico BMNE, ovvero il complesso delle velocità dell' altezza BM, eguale alla parabola BDE, complesso delle velocità della perpendicolare DB, o BA: ma il complesso delle velocità della perpendicolare DB, è dell' acqua che esce dalla conserva per lo canale orizzontale, pel quale tanta n' esce, quanta ve n' entra, adunque tanta n' esce per BM, quanta n' entra, mantenendosi la medesima orizzontale LS, e così sarà BM l' altezza ricercata.

Scolio. Si suppone, che nella conserva la superficie dell' acqua sempre stia ferma, e che sia continuata l' entrata, di maniera, che l' acqua che esce pel canale orizzontale faccia l' altezza BA, e la larghezza del canale orrizzontale sia la medesima, che quella dell' inclinato. Del rimanente se l' acqua della conserva fosse stagnante, e di nuovo non vi se ne somministrasse, in sul principio del flusso si

sarebbe l' altezza BM, ma di poi a poco a poco diminuirebbe, secondo che s' abbassasse l' orizzontale LA, e questo seguirebbe in qualsivoglia larghezza dell' emissario; imperocchè se la sua larghezza fosse maggiore della larghezza del canale influente; o effluente; primieramente manderebbe fuora più acqua di quella che ve n' entra, e sarebbe la medesima altezza BM, ma non si manterrebbe la superficie sempre la medesima, e tanto discenderebbe, che diminuito l' esito dell' acqua pel canale SBH; finalmente l' entrata, e l' uscita si agguaglierebbero, e di nuovo l' altezza BM, risponderebbe colla medesima proporzione all' altezza BA.

Corol. I. Dunque se BA si supponga raggio, sarà BC secante dell' angolo dell' inclinazione, la quale se si caverà dalle tavole trigonometriche, e fra la secante, e l' eccesso di essa sopra il raggio si trovino le due medie proporzionali, sarà la proporzione della secante alla prima media, la proporzione delle velocità BE, MN, massima, e minima della prima sezione. Imperocchè supposto che BE sia eguale a BC, sarà MN, la seconda proporzionale; la qual proporzione della massima velocità alla minima nella prima sezione, sarà suttriplicata di quella, che ha la secante dell' angolo dell' inclinazione alla differenza tra essa, e il raggio.

Corol. II. E perchè la proporzione di BC, o di BE, a CM è doppia di BE ad MN, e parimente la proporzione di BC, o di BE a G, è per la costruzione duplicata di quella, che ha BE ad MN, sarà come BE a G, così BE a CM; sarà dunque CM eguale alla seconda media proporzionale G; laonde se da tutta la secante BC, si tragga CM, la rimanente BM sarà l' altezza ricercata nelle parti del raggio BD.

*Appendice geometrica.*

Dal corollario precedente si fa chiaro, che nelle parabole terminate equicruri, cioè in quelle che hanno i diametri eguali alle massime semiordinate, se si tiri qualsivoglia altra semiordinata, saranno la massima semiordinata, la seconda semiordinata, e la saetta della seconda semiordinata, cioè la parte del diametro intercetta fra la seconda semiordinata, e 'l vertice della parabola in continua proporzione. Come se sia (*fig.* 40.) nella parabola AGH, qualsivoglia diametro GB, e la semiordinata AB, eguale al diametro BG, e da qualsivoglia punto E, si tiri EF semiordinata, saranno le AB, EF, FG in continua proporzione, essendo la proporzione di GB, o BA a GF, duplicata di quella, che ha BA ad EF.

Corol. III. Sicchè la proporzione, che ha l' altezza dell' acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione all' altezza, che ha nella prima sezione, è quella che ha il raggio, alla differenza fra la

segante dell' angolo d' inclinazione, e la seconda delle due medie proporzionali fra essa, e l' eccesso di essa sopra il raggio.

Corol. iv. Da quel che si è detto, è chiaro, come dalla data proporzione fra la velocità del fondo, e la velocità della superficie nella prima sezione, si possa riconoscere l' angolo dell' inclinazione del canale, del quale è la prima sezione; e se data sia l'altezza della prima sezione, come si possa ritrovare l' altezza dell' acqua nella conserva. Conciossiachè se sia data la proporzione di BE velocità massima, ad MN velocità minima, sarà questa proporzione triplicata la medesima, che della segante dell' angolo dell' inclinazione alla differenza fra essa, e 'l raggio; v. g. se a BE, MN si aggiunga la terza proporzionale, questa sarà MC, alle quali se si aggiunga la quarta, questa sarà DC, la quale detratta da BE, supposta eguale a BC, lascerà BD, a cui è eguale il raggio BA, pel converso dell' appendice geometrica proposta; laonde se si faccia come AB a BC, così 10000. ad un' altra, questa sarà la segante, che ritrovata nelle tavole, dimostrerà l' angolo ABC dell' inclinazione; e se sia data MB, sarà ancora data BA, essendo la proporzione di BM a BA, quella (pel corollario antecedente) che ha la differenza fra la segante, e la seconda delle due medie predette, al raggio. Ancora altrimenti si potrebbe ritrovare l' altezza BA per la prop. 6. del lib. 2. e pel suo corollario terzo, ma ivi si suppone noto l'angolo dell' inclinazione, ma non già in questo corollario.

Corol. v. Colla medesima dimostrazione resta provata questa proposizione, cioè: data l' altezza che ha l' acqua in un canale orizzontale, ritrovare l' altezza che avrebbe in un canale in qualsivoglia modo inclinato. Conciossiachè nel canale orizzontale le velocità terminano alla linea parabolica, che ha per asse l' altezza della sezione, ovvero l' altezza dell' acqua sopra il fondo della prima sezione del canale inclinato, e però quel che si è detto, e si dirà intorno alle conserve, lo stesso appunto si adatta al canale orizzontale.

### PROPOSIZIONE III.

Cresciuta l' altezza dell' acqua nella conserva, si cresce ancora proporzionalmente l' altezza dell' acqua nella prima sezione.

Sia la prima sezione (*fig.* 41.) B, sopra il fondo della quale l' altezza dell' acqua della conserva sia BO, che faccia nella sezione B, l' altezza BI, e si accresca nella conserva l'altezza dell' acqua fino ad F, e corrisponda ad essa nella sezione B, l' altezza BE. Dico come BE a BF, così essere BI a BE. Conciossiachè BO a BI, sta come il raggio alla differenza fra la segante dell' angolo dell' in clinazione, e la seconda delle due medie proporzionali fra essa, e la differenza di

esso raggio; ma la medesima proporzione ha BF, a BE; sarà dunque come BF a BE, così BO a BI, e permutando, come BF a BO, così BE a BI; o come BO a BF, così BI a BE. Il che ec.

Scolio. È da avvertire, che il punto F non è nella superficie dell'acqua corrente; imperocchè questa da A a B è sempre sotto AC, la quale si piglia, sì in questa, come nella passata proposizione, per orizzontale per lo principio dell'alveo, ovvero per superficie livellata della conserva, e continuata fino in C; laonde quando si dice FB essere altezza dell'acqua nella conserva, sopra alla sezione B, intendiamo essere questa la distanza dell'orizzontale della sezione B dall' orizzontale per lo principio dell' alveo A, ovvero la perpendicolare AR.

Corol. i. Da questo si raccoglie, che se colla linea OI si congiungano le prime altezze; e ad esse per F si tiri FE paralella, che seghi BC in E, sarà BE la seconda altezza nella sezione B.

Corol. ii. E perchè dividendo, come FO a BO, così IE a IB, e permutando come FO ad IE, così BO ad IB, saranno ancora gli aumenti, e le prime altezze, o ancora le seconde fra loro proporzionali, e di più la prima altezza nella conserva al suo aumento, avrà la medesima proporzione, che la seconda altezza al suo aumento, ec.

Corol. iii. E perchè le quantità dell' acqua nelle perpendicolari BF, BO, sono in triplicata proporzione di quella, che è suddduplicata fra le medesime perpendicolari, ed è come BF a BO, così BE a BI, ne segue, che le quantità dell' acqua per BF, BO, ovvero le quantità per BE, BI eguali alle medesime, sono fra loro in triplicata proporzione di quella, che è suddduplicata fra BE, BI; laonde se EH si ponga perpendicolare a BE, e ad essa eguale, e col vertice B, e coll'asse BE si descriva la semiparabola equicrure BHE, e per I si tiri la semiordinata IG; sarà la proporzione dell' acqua per BE all' acqua per BI, triplicata di quella di BE ad IG; imperocchè GI è media proporzionale fra HE, o BE, e BI, per l'appendice geometrica della precedente proposizione, e se si ponga quarta BX, sarà la proporzione dell' acqua per BE all' acqua per BI quella, che ha EH, o BE a BX.

Corol. iv. Di qui si potrà ancora ricavare la misura proporzionale dell' acqua cresciuta, e non cresciuta, se sarà nota la preporzione fra BE, e BI, o fra BF, e BO: vedi il corollario terzo prop. 5. del lib. 3.

Corol. v. Ma perchè le somme delle velocità di diverse perpendicolari, ovvero le quantità dell' acqua per esse, hanno ragion composta delle proporzioni dell' altezza prima alla seconda, e della velocità media della prima, alla velocità media della seconda perpendicolare, si potrà dalla data proporzione, che hanno fra loro l' acque, e

e l'altezze, ritrovare ancora la proporzione delle velocità medie; conciossiachè se fra BE, BI si trovi la media proporzionale IG, e si aggiunga la quarta BX, sarà la proporzione EB a BX la medesima, che dell' acqua cresciuta, e non cresciuta, ma la proporzione di EB a BI, è la proporzione dell' altezze; adunque la proporzione BI a BX sarà quella delle medie velocità; essendo la proporzione EB a BX composta della proporzione EB a BI, e di BI, a BX, la prima dell'altezze, la seconda delle velocità.

Corol. vi. Essendo dunque BI a BX, come BE ad IG, ne segue essere la proporzione delle velocità suttriplicata di quella dell' acque, e similmente sudduplicata dell' altezze, e convertendo che la proporzione dell' acqua e suttriplicata delle medie velocità, e la proporzione dell' altezze è duplicata delle medie velocità.

Corol. vii. Similmente essendo la velocità massima della perpendicolare, BE, alla velocità massima della perpendicolare BI, in ragione sudduplicata di BF, a BO, o di BE, a BI, ed essendo nella medesima sudduplicata le velocità medie, ne segue, che le velocità massime delle due perpendicolari della prima sezione, sieno proporzionali alle velocità medie delle medesime perpendicolari.

Corol. viii. Sarà dunque (*fig.* 42.) come la velocità massima BK dell' altezza BE, alla velocità massima BL, dell' altezza BI, così la velocità media v. g. MN dell' altezza BE, a PQ velocità media dell' altezza BI; e permutando, come BK ad MN, così BL a PQ; ma BK ad MN è in proporzione sudduplicata di TB a TM; adunque ancora la proporzione di BL a PQ sarà sudduplicata di TB a TM; ma la proporzione di BL, a PQ, è sudduplicata di quella, che ha VB a VP; adunque come TB a TM, così VB a VP, e come TM a MB, così VP a P; aduque i punti M, P, che si suppongono centri di velocità, similmente segheranno TB, VB, e conseguentemente i centri delle velocità delle due perpendicolari nella prima sezione, similmente segano gli assi delle parabole, che sono le misure delle velocità di esse.

Corol. ix. Quel che si è dimostrato intorno all' aumento dell' acqua, serve ancora proporzionalmente pel decrescimento.

Scolio ii. Da queste cose apparisce una certa corrispondenza fra le sezioni de' canali orizzontali, e la prima sezione de' canali inclinati, poichè sì in quelli, come in questa; primieramente gli aumenti, e gli scemamenti si fanno proporzionalmente; in secondo luogo le quantità dell' acque sono fra loro in sesquialtera proporzione dell' altezze; ed in terzo luogo le velocità medie hanno fra loro proporzione sudduplicata dell' altezze, ed in questo le velocità medie sono proporzionali alle massime ec. Contuttociò in molte cose diversificano, imperocchè nella prima sezione il centro della velocità non è

demerso a $\frac{4}{9}$ dell' altezza; e parimente in secondo luogo l' altezze dell' acque non sono similmente segate dal centro; ed in terzo luogo le velocità non terminano all' intera parabola, ma al segamento della parabola, ed il complesso è uno spazio parabolico, e non parabola ec, come nelle sezioni de' canali orizzontali. Il che in vero è proprio di questa convenienza naturale di cose. Imperocchè essendo la prima sezione del canale inclinato il mezzo, col quale si connette il canale orizzontale coll' inclinato, è cosa convenevole che le proprietà dell' una, e dell' altra si uniscano.

### PROPOSIZIONE IV.

Se l' acqua escendo da una conserva, entri in un canale inclinato, facendo nella prima sezione di esso un' altezza determinata, la superficie dell' acqua si disporrà in un piano tirato per lo principio del canale, e per l' altezza della prima sezione.

Dalla conserva (*fig.* 43.) AEC, scorra l' acqua per la prima sezione C, coll' altezza CD; e sia applicato il canale inclinato CN, quale s' intenda prolungato sopra fino ad A, superficie dell' acqua. Dico che l' acqua della conserva, talmente scorrerà pel canale AC, che la sua superficie sia nella medesima retta AD. Presi qualsivogliano punti fra A, e C, v. g. K, G, si ereggano ad AB orizzontale per lo principio dell' alveo le perpendicolari KI, GF, CO; e KM, GM perpendicolari ad AC.

E perchè C è prima sezione, ed è la sua altezza CD, sarà CD a CO, come la differenza fra la segante, e la seconda delle due medie proporzionali ritrovate fra la segante dell' angolo OCD, e il raggio, ad esso raggio; ma la medesima proporzione ha GH a GF, essendo gli angoli OCD, FGH eguali, e G è prima sezione in riguardo all' acqua superiore GA; adunque come CD a CO, così GH altezza dell' acqua in G, a GF altezza dell' acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione G; similmente come CD a CO, così si dimostrerà KM a KI, e permutando come CD, GH, KM fra loro, così CO, GF, KI; ma come CO, GF, KI, così AC, AG, AK; adunque come AC, AG, AK, così CD, GH, KM; e permutando come AC a CD, così AG, GH, ed AK, a KM; e però saranno i punti A, M, H, D in una linea retta. Il che ec.

Corol. Di qui è chiaro, che se si cresce l' acqua nella conserva, v. g. fino a TV, di maniera, che il principio del canale sia S, la superficie dell' acqua si disporrà per la retta SR, paralella ad AD; perchè essendo come CA ad AS, ovvero CO ad OV, così CD a DR, sarà pel coroll. 2. della proposizione antecedente, CR altezza della prima sezione dopo l' accrescimento, e disponendosi l' acqua colla

superficie SR, sarà la superficie dell' acqua SR, paralella ad AD, perchè sono segati proporzionalmente i lati del triangolo SCR.

PROPOSIZIONE V.

Data l' altezza, sotto la quale l' acqua scorre per un canale orizzontale, ritrovare l' altezza della prima sezione in un canale perpendicolare, sotto la quale possa scorrere la medesima acqua.

Sia il canale orizzontale (*fig.* 44.) AB, e la sua altezza BD, e ad esso sia applicato il canale perpendicolare BC della medesima larghezza, bisogna ritrovare l' altezza, sotto la quale l' acqua del canale orizzontale AB, possa scorrere pel perpendicolare BC nella prima sezione di essa. Coll' asse BD, si descriva la parabola equicrure BDE, che sarà il complesso delle velocità della perpendicolare DB, e ritrovata la media velocità FG, si faccia come BE ad FG, così BD a BH. Dico BH essere la ricercata altezza. Imperocchè la velocità media, colla quale scorre l' acqua pel canale orizzontale, è FG, e la velocità colla quale dee scorrere per la perpendicolare nella prima sezione BH, è BE, cioè quale si conviene all' altezza BD; e le sezioni BD, BH, per essere di eguale larghezza, sono fra loro come l' altezze; sarà la proporzione delle velocità BE, FG, reciproca delle sezioni BH, BD. Adunque eguale quantità d' acqua passerà per l' una, e l' altra sezione BD, BH; laonde BH sarà l' altezza ricercata. Il che ec.

COROL. I. E perchè BE è sesquialtera di FG, ancora BD sarà sesquialtera di BH; e però due terze parti dell' altezza BD, saranno l' altezza BH.

COROL. II. Tirata adunque la DH, perchè FI è paralella a BH, e BD è sesquialtera di BH, sarà ancora DF, sesquialtera di FI, e conseguentemente passata l' acqua dalla direzione orizzontale, alla perpendicolare, nel mezzo al passaggio, si disporrà colla superficie nella linea retta, che connette l' una, e l' altra altezza, come si è dimostrato ne' canali inclinati nella proposizione superiore.

COROL. III. Adunque nell' accrescere dell' acqua in un canale orizzontale, l' una, e l' altra altezza BD, BH crescerà proporzionalmente ec. Vedi il coroll. dell' antecedente prop., e quel che si è notato ne' coroll. della terza prop. conciossiachè l' una, e l' altra specie di questi canali ha tra se corrispondenza.

COROL. IV. È ancora manifesto la proporzione della perpendicolare nella conserva, ovvero nel canale orizzontale, all' altezza nella prima sezione di qualunque canale applicato, non potere essere maggiore d' una sesquialtera.

COROL. V. Tutto questo si verifica, se nel fondo d' un canale orizzontale si faccia un foro, o una sezione, che abbia la larghezza

comune col canale; ma l' altezza due terzi dell' altezza dell' acqua, che scorre pel canale orizzontale; e lo stesso vale ancora d' una conserva, a cui sia applicato un canale orizzontale, se però il fondo di essa è nella medesima orizzontale col fondo del canale; conciossiachè in questo, se si aprirà un foro nel fondo, tant' acqua manderà fuori, quanta prima ne scorreva pel canale orizzontale, se però s' impedisca per questo il flusso.

Corol. vi. Che se la sezione BH non fosse della medesima larghezza, che BD, si faccia come la larghezza della sezione BH, alla larghezza della sezione BD; così l' altezza BH ritrovata, ad un' altra, che sarà l' altezza d' una sezione di diversa larghezza, poichè si faranno in questo modo due sezioni eguali, e sono ancora egualmente veloci, perciocchè l' una e l' altra ha la medesima velocità BE; adunque per esse scorrerà eguale quantità d' acqua, cioè tutta quella, che pel canale orizzontale scorre sotto l' altezza ED, come si è dimostrato.

Corol. vii. Ma perchè le sezioni egualmente larghe sono fra loro, come l' altezze; e le altezze delle sezioni d' un canale orizzontale, e della prima d' un canale perpendicolare, che hanno la medesima larghezza, sono fra loro in sesquialtera proporzione, ne segue, tutte le sezioni d' un canale orizzontale, alla prima d' un canale perpendicolare, essere in sesquialtera proporzione, o abbiano, o nò la medesima altezza, ancorchè le prime sieno rettangole, e le altre circolari, o ellittiche, ec.

Corol. viii. Finalmente se la sezione d' un canale perpendicolare sia minore della narrata, non potrà per essa escire tutta l' acqua; ma se sarà impedito l' ulteriore corso pel canale orizzontale, crescerà nel canale orizzontale l' altezza dell' acqua, finchè sia tanta, che tutta l' acqua possa scorrere per la minor sezione. Nel qual caso l' acqua del canale orizzontale diventa, come l' acqua di qualche conserva, alla quale tant' acqua le venga somministrata, quanta n' esce. Ma se la sezione sarà maggiore della narrata, l' acqua non empierà tutta la sezione, ma lascerà vota la parte superflua.

Scolio. Qui mi pare ben ricercare, che altezza acquisterà l' acqua in un canale orizzontale, se la prima sezione d' un canale perpendicolare sia minore di quello, che si richiederebbe. Si faccia come la data sezione minore a quella, che sarebbe necessaria, così la velocità competente all' altezza della sezione nel canale orizzontale ad un' altra; la quale ordinatamente applicata alla parabola DGE prolungata, darà la necessaria altezza, che l' acqua possa scorrere per la minor sezione; ma a voler, che per diverse sezioni scorra la stessa acqua, bisogna che le sezioni e le velocità, si rispondano reciprocamente, adunque ritrovata la velocità conveniente alla minor sezione, questa darà l' altezza, dalla quale dipende, e questa pure si dee

ritrovare nella parabola. Per la medesima ragione, data l' altezza, alla quale pervenne l' acqua, per potere scorrere per la sezione del canale perpendicolare, prima minore della necessaria, insieme colla precedente altezza del canale orizzontale, facilmente si trova la proporzione della minor sezione alla necessaria. Imperocchè assegnandosi l' una, e l'altra altezza dell' acqua, si darà ancora la proporzione delle velocità, la quale presa reciprocamente dimostrerà la proporzione della minor sezione alla necessaria, ed inoltre perchè data la sezione del canale orizzontale, si dà la prima sezione del canale perpendicolare, e si dà la proporzione di questa alla minore, si darà ancora l' area della minor sezione.

PROPOSIZIONE VI.

Data un' apertura rettangola nel fondo del vaso, o d' una conserva, e l' altezza dell' acqua sopra di esso, ritrovare l' altezza della sezione del canale orizzontale, che abbia per larghezza un lato dell' apertura, per la quale tutta l' acqua scappando fuora, possa escire dall' apertura.

Sia nel vaso (*fig.* 46.) ACOD l' apertura, e il rettangolo contenuto da' lati EG, FE, e la superficie dell' acqua nel vaso sia HI, o FL. Bisogna trovare l' altezza della sezione nel canale orizzontale, la larghezza del quale sia, v. g. FG, per la quale tutta l' acqua possa scappar fuora dall' apertura EG. Presa l' altezza dell' acqua FL come asse, col vertice L si descriva la semiparabola, e sia FP la sua massima semiordinata, dalla quale, e da FE, si faccia il rettangolo EP, e si divida la parabola FLP, in maniera che essa, al rettangolo EP, abbia la medesima proporzione, che ella ha alla parte della parabola QMK tagliata alla cima. Dico ML essere l' altezza, sotto la quale scorrerà l' acqua, che esce fuora dell' appertura EG nel canale orizzontale, che sia largo quanto l' apertura EG.

Perchè il canale, pel quale dee scorrere l' acqua, si suppone orizzontale, sarà il complesso delle velocità in ciascuna perpendicolare una parabola, l' altezza della quale sarà quella dell' acqua; laonde il complesso delle velocità dell' altezza LM nel canale orizzontale, è la parabola LMK, e la MK massima velocità, competente all' altezza LM. Similmente perchè EP è semiordinata nella stessa parabola; sarà FP la velocità pel punto F, cioè dell' apertura EG: presa dunque FG larghezza, ed FE altezza, sarà il rettangolo EP il complesso delle velocità della perpendicolare EF, ed EP velocità media di essa, essendochè tutti i punti nell' apertura orizzontale hanno la medesima velocità. Ma il complesso FP, è eguale al complesso MLK, perchè la parabola ELP ha la medesima proporzione all' uno, e l' altro;

dunque i complessi delle velocità, tanto della perpendicolare LM, quanto di FE saranno eguali; e conseguentemente eguale quantità d'acqua passerà per la linea EP, che per la perpendicolare LM, ed essendo eguali le larghezze, cioè la medesima FG, passerà ancora per l'apertura EG, e per la sezione del canale orizzontale, che abbia l'altezza LM, e la larghezza FG, la stessa, o eguale quantità d'acqua. Il che ec.

Corol. i. Lo stesso è, se EF si supponga larghezza comune all'apertura, e alla sezione, ed FG altezza dell'apertura; nel qual caso, il complesso delle velocità sarebbe contenuto sotto FP, FG.

Corol. ii. Se si vorrà determinare la larghezza della sezione d'un canale orizzontale, quale sia eguale all'uno, e l'altro de' lati dell'apertura FG, FE, facilmente si trasmuterà l'altezza LM in un'altra competente alla data larghezza per la prop. 7. lib. 3.

Corol. iii. Se sarà data l'altezza, che vogliamo che abbia l'acqua in un canale orizzontale, facilmente si troverà la larghezza della sezione; poichè se si ritroverà della data altezza LM, la media velocità MN, e qual proporzione ha il rettangolo LN, al rettangolo EG, la stessa abbia reciprocamente la larghezza dell'apertura, ad un'altra, questa sarà la larghezza ricercata, per la prop. 15. lib. 1.

Corol. iv. Se dunque in luogo d'una conserva si intenderà un canale orizzontale, l'altezza del quale fosse arrivata alla superficie permanente, per causa d'esser minore del bisogno la prima sezione nel canale perpendicolare, si potrà ritrovare l'altezza prima del canale avanti il gonfiamento, essendochè questa è quella, sotto la quale scorreva la stessa acqua nel canale orizzontale, che ora scorre per la prima sezione del canale perpendicolare.

Corol. v. Se in vece dell'apertura nel fondo della conserva, che è quel che si suppose nella proposizione, ne sostituiremo un'altra fatta nel lato perpendicolare della conserva; lo stesso appunto si dimostrerà, se si troverà il centro della velocità della data apertura, insieme con la sua media velocità; della quale, e di un lato dell'apertura si faccia un rettangolo analogo al rettangolo EP.

## PROPOSIZIONE VII.

**Data l'altezza dell'acqua nella prima sezione di qualche canale inclinato permanente in un medesimo stato, ritrovare l'altezza nelle rimanenti sezioni inferiori.**

Sia il canale inclinato (*fig.* 45.) AK la prima sezione del quale sia B, e la sua altezza BD. Bisogna ritrovare l'altezza in un'altra sezione inferiore C. Prolungate BE, CI, perpendicolari delle sezioni, fino all'orizzontale per lo principio dell'alveo AI, si descrivano intorno

ad esse, come assi, le parabole eguali BEG, CIK; e per D si tiri DF semiordinata. E perchè DF è paralella a BG, sarà la parabola EBG alla parabola EDF in proporzione triplicata di BG a DF; si faccia dunque come BG a DF, così MN, ad NO, e ad esse si pongano in continua proporzione OP, PQ, e sia NR eguale a PQ. Adunque sarà come MN a PQ, o RN, così la parabola EBG, alla parabola EDF, e per la conversion della proporzione, come MN ad MR, così la parabola EBG, allo spazio BDFG. Di nuovo perchè le parabole EBG, ICK sono eguali, saranno in triplicata proporzione di BG a CK. Si faccia dunque come BG a CK, così MN ad MS, e si pongano nella stessa continua proporzione di esse le ST, TV. Adunque come VT, ad MN, così la parabola CIK, alla parabola BEG; ma come la parabola BEG, allo spazio BDFG, così MN ad MR, adunque per l' egualità, come VT ad MR, così la parabola CIK, allo spazio BDFG. Si divida adunque la parabola CIK, di maniera, che VT ad MR, stia, come tutta la parabola CIK, allo spazio CHLK, sarà dunque lo spazio CHLK, eguale allo spazio BDFG, essendo la parabola CIK nella medesima proporzione all' uno e l' altro, cioè di VT ad MR: e sono i predetti spazi i complessi delle velocità delle perpendicolari BD, CH; adunque i complessi delle velocità, e conseguentemente l' acque che scorrono con esse, saranno eguali; e però sarà l' altezza CH quella, sotto la quale la medesima, o eguale quantità d' acqua passerà nella sezione inferiore C, di quella che passò per la prima sezione B, sotto l' altezza BD. Il che ec.

Corol. i. E perchè per la prop. 2. data l' altezza dell' acqua sopra 'l fondo della prima sezione in una conserva, si dà l' altezza della prima sezione, e da questa si dà ancora l' altezza nell' altre, è chiaro, che data l' altezza dell' acqua sopra 'l fondo della prima sezione, ec. viene ancora data l' altezza di qualsivoglia sezione.

Corol. ii. Dal progresso della dimostrazione è chiaro, che data l' altezza che ha l' acqua nella prima sezione, si dà ancora la proporzione che ha la parabola CIK, al complesso delle velocità CHLK.

Scolio i. Adunque la proporzione della parabola EBC, allo spazio DBFG, si fa manifesta dalla proporzione che ha BG a DF, quale è nota pel coroll. i. della prop. 2. Ma se non fosse nota, a causa della mancanza de' dati della prop. 2. si potrà ritrovare l' altezza dell' asse BE per via di esperienza, quale ritrovata insieme coll' altezza BD, sarà manifesta la proporzione delle velocità BG, FD, e di più ancora col pendolo, del quale si è trattato nel lib. 2. anzi dal solo angolo noto dell' inclinazione si manifesta; essendo che la parabola EBG, allo spazio DBGF, sta come la segante dell' angolo dell' inclinazione al raggio, come può apparire dal seguente scolio.

Scolio ii. Con maggior brevità si sciorrà il problema di questa

proposizione, se si troverà la segante del dato angolo dell' inclinazione, e stia BG a CK, come la segante ad un altro termine, a cui si aggiungano due altri termini in continua proporzione; sarà la proporzione del quarto termine al raggio, quella che dee avere la parabola ICK, allo spazio CHLK. Imperocchè, se si ponga BG, eguale a BE, sarà BG segante, DF secondo proporzionale, DE terzo; e il quarto XE, differenza fra il secondo, e il raggio, e conseguentemente XB, sarà il raggio; ma è la proporzione di BE a BX quella, che ha la parabola BEG, alla parabola BXG, ovvero allo spazio BDFG eguale ad essa; laonde essendo la parabola BEG, allo spazio BDFG, per le cose dimostrate, come MN, ad MR; se si supporrà MN segante, sarà MR raggio, e se MN, MS, TS, VT si pongano in continua proporzione di BG a CK, sarà VT ad MR raggio, come la parabola ICK, allo spazio BDFG, a cui dee essere eguale lo spazio CHLK. E ancora di qui si vede la proporzione della parabola CIK, allo spazio CHLK, essere composta della triplicata della velocità C, alla velocità B, e della segante dell'angolo dell'inclinazione al raggio, ovvero della sesquialtera di *quella*, che è tra CI a BE, o CA, BA, che è eguale alla triplicata di CK, BG, e della proporzione della segante al raggio.

Corol. iii. E così ancora data in qualsivoglia sezione l'altezza dell'acqua, e ritrovato l'asse della parabola, perchè si dà la proporzione della massima velocità alla minima, ovvero del fondo, e della superficie, si potrà col metodo di questa proposizione ritrovare l'altezza di qualsivoglia altra sezione, superiore, o inferiore.

Corol. iv. È ancora manifesto il converso della proposizione, cioè, data l'altezza dell'acqua in qualche sezione inferiore, ritrovare l'altezza della prima. E similmente perchè data l'altezza dell'acqua nella prima sezione, si dà ancora l'altezza dell'acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione, ancora data l'altezza dell'acqua in qualunque data sezione, sarà manifesta l'altezza dell'acqua ec. nella conserva.

Corol. v. Siccome è evidente, in che modo, dato l'accrescimento dell'acqua nella prima sezione, e data ivi l'altezza dell'acqua non accresciuta, si possa ritrovare l'accrescimento dell'altezza in qualunque sezione data. Imperocchè se si darà l'accrescimento, e la prima altezza, si darà ancora l'altezza dell'acqua accresciuta, dalla quale si troverà l'altezza dell'acqua nella data sezione; e perchè è data la minore altezza nella prima sezione, si potrà ritrovare l'altezza corrispondente ad essa nella medesima inferior sezione; adunque in questa sarà data l'una, e l'altra altezza dell'acqua accresciuta, e non accresciuta, la differenza delle quali sarà l'aumento, e in conseguenza sarà nota la proporzione dell'altezza dell'acqua accresciuta, e non accresciuta ec.

## PROPOSIZIONE VIII.

Data l'altezza, che ha l'acqua in qualche sezione d'un canale perpendicolare, ritrovare nelle rimanenti sezioni del medesimo canale, l'altezze, con le quali scorre l'acqua.

L'altezza d'una sezione in un canale perpendicolare, è la linea orizzontale, che misura l'altezza della sezione, sotto la quale discende l'acqua; è contuttociò differente il canale perpendicolare dal cadente, come si fa manifesto nel seguente scolio. Sia dunque il canale perpendicolare (*fig.* 47.) SX, pel quale s'intenda l'acqua scorrere, il che avverrà, se nel fondo della conserva NBML vi si supponga una sezione, o una apertura rettangola posta orizzontalmente, dalla quale esca l'acqua sotto la permanente altezza SB, e sia BM l'altezza dell'acqua nella sezione B. Bisognerà trovare l'altezze delle rimanenti sezioni T, V, X. Coll'asse SX, si descriva la semiparabola SCE, e si prolunghi MB in A, sarà BA semiordinata all'asse, supponendosi ad essa perpendicolare; ed a T, V, X si pongano le altre semiordinate TC, VD, XE; e si facciano i rettangoli ABM, CTF, DVG, EXH eguali, ovvero che è lo stesso, si faccia come CT ad AB, così BM, a TF, e come DV a CT, così TF, a VG ec. Dico TF, VG, ec. essere le altezze delle sezioni ricercate.

Imperocchè essendosi descritta la parabola intorno all'asse SX lunghezza del canale, e le velocità essendo in suddluplicata proporzione dell'altezze, sarà BA velocità della sezione B, TC velocità della sezione T ec. e sono queste per la costruzione, reciproche all'altezze delle sezioni BM, TF; adunque le quantità dell'acque che passano per esse, saranno eguali. Similmente si dimostrerà VG, XH essere altezze, sotto le quali passa l'acqua, che prima passò per BM; adunque stando ferma la stessa larghezza del canale, le altezze ricercate saranno TF, VG. Il che ec.

Scolio I. Bisogna distinguere il canale perpendicolare dal cadente, essendochè l'acqua del cadente appoco appoco si raccoglie secondo l'accrescimento della velocità, intorno all'asse tirato per lo centro della gravità della sezione perpendicolare all'orizzonte; ma ne' canali perpendicolari l'acqua corrente si debbe intendere, essere sempre attaccata al piano, o al fondo del canale, il che naturalmente segue per essere fra loro le parti dell'acqua collegate, ed ancora questo si può fare artificiosamente, sforzando l'acqua a scorrere per un canale perpendicolare, contenuto da tre piani, de' quali due sieno i lati del canale, ed il terzo il fondo; e dalla superficie curva, la cui genitrice sia la linea MFSH, della quale si favellerà nel primo seguente corollario.

Scolio II. Se in vece d'un vaso, o conserva si sostituisca un canale

orizzontale, dal quale escendo l'acqua debba scorrere per un canale orizzontale applicato, quasi questo stesso ne segue; anzi, ritrovandosi per la 5. proposizione, la prima sezione d'un canale perpendicolare da una nota altezza nell'orizzontale; si potrà ancora applicare un tubo perpendicolare ad un canale orizzontale, cui tutto riempia subito l'acqua corrente.

Corol. i. Dalle cose dimostrate apparisce, che i punti M, F, G, H sono in una iperboloide curva, un asintoto della quale è XS, e le ordinate alla medesima BM, TF ec. sieno in reciproca sudduplicata proporzione di ST, ad SB; laonde se a tutti i punti del canale SX, si applichino le semiordinate all'asse della parabola, e si facciano eguali i rettangoli fatti dalle semiordinate all' asse della parabola, e dall' ordinate all' asintoto fra loro corrispondenti; gli estremi punti delle semiordinate all' asintoto, disegneranno la detta iperboloide, secondo la piega della quale si disperrà, nel flusso la superficie dell' acqua. E questa iperboloide sarà la seconda in ordine, cominciando dall' iperbole comune, in cui l' ascisse dal centro stanno reciprocamente, *come l' ordinate all' asintoto* in semplice proporzione; in questa poi reciprocamente, come l' ordinate all' asintoto in doppia proporzione.

Corol. ii. Quel che si è dimostrato in un canale perpendicolare, vale ancora in un inclinato, se la velocità della superficie, e del fondo, sembri al senso eguale a causa della grandissima distanza dal principio, o per la grand'inclinazione, ovvero per piccola altezza delle sezioni proporzionalmente all' inclinazione, o causa degl' impedimenti pareggianti tra loro le velocità, come nel corollario, e scolio della proposizione 5. lib. 2. abbiamo notato. Imperocchè la superficie dell' acqua sarà la stessa, che la descritta, il frusto della qual solidità sarà cilindro, ed avrà la base contenuta da tre rette linee (cioè dalla lunghezza del canale tra le due sezioni, e dall' una, e l' altra perpendicolare delle prese sezioni) e dalla detta iperboloide. Del restante se si considera tutta la figura dell' acqua corrente, sarà la base di questa un trilineo infinito, cioè lo spazio fra l' asintoto, e l' iperboloide, e l' altezza della prima sezione; l' altezza poi sarà la stessa larghezza del canale. La qual figura dell' acqua sempre più s' alzerà, quanto maggiore sarà la proporzione delle velocità della superficie del fondo.

Corol. iii. Nella stessa supposizione, se le ripe dello stesso canale perpendicolari al fondo si proseguissero secondo la centinatura della predetta iperboloide; di maniera, che il punto S fosse centro comune di due iperboloidi, e insieme principio d' un canale, e se si tirasse l' asintoto pel mezzo dello stesso canale, di maniera, che fosse comune all' una, e all' altra iperboloide; ed IM fosse la larghezza della

prima sezione; sarebbero le altezze di tutte le sezioni egnali, essendochè le sezioni di eguale altezza sono fra loro come le larghezze; ma le larghezze BM, TF, o le loro duple IM, OF sono in reciproca sudduplicata proporzione delle linee ST, SB, e nella stessa sudduplicata proporzione sono le velocità; adunque essendo le sezioni reciproche alle velocità, passerà per esse eguale quantità d' acqua, e conseguentemente se alcuno volesse nel predetto caso ritenere in tutti i luoghi delle sezioni la stessa altezza del canale, bisognerebbe che prolungasse le ripe del canale secondo la detta iperboloide.

Scolio iii. Per la qual cosa essendo nulla la velocità nel punto S, è manifesto l' altro asintoto essere SL, essendochè i rettangoli fatti dalle linee delle velocità, e dell'altezze, ovvero delle larghezze del canale, debbano essere eguali, ed essendo nulla la linea della velocità nel punto S, ne segue, che l' altezza, ovvero la larghezza della sezione S (supposto, che possa scorrere la quantità medesima d' acqua per S con niuna velocità, e per B con una determinata velocità) debba essere infinita, ed in conseguenza, che mai in alcun luogo non concorrerà coll' iperboloide: lo che però non può essere, perchè dal principio del canale, che è un sol punto, non può sgorgare alcuna quantità d' acqua onde si schiva un' infinita altezza di sezione.

Corol. iv. Dalle sopraddette cose chiaramente si vede, che se le larghezze delle sezioni ne' canali inclinati ec. sieno eguali, sarannno le altezze delle medesime fra loro in reciproca sudduplicata proporzione delle distanze dal principio dell' alveo; ma se le altezze si suppongano eguali, le larghezze saranno nella stessa proporzione.

Corol. v. Similmente le altezze delle sezioni in un canale inclinato perpendicolare, saranno proporzionali all'altezze delle sezioni nell' altro canale in qualsivoglia modo inclinato, o perpendicolare, se si paragonino fra loro le simili sezioni, ed eguale sia da pertutto la larghezza dell' uno, e dell' altro canale.

Corol. vi. Di qui è, che se lo stesso canale più, o meno sia inclinato, le altezze delle date sezioni saranno fra loro proporzionali in qualsivoglia inclinazione.

### PROPOSIZIONE IX.

Data una sezione di qualche cadente perpendicolare, e la distanza dal suo principio, ritrovare le rimanenti sezioni del medesimo.

Sia la cadente proposta (*fig* 47.) IQHM, l' asse della quale sia SX perpendicolare all' orizzonte, ed il principio S, e la data sezione quella, che ha il diametro IM, bisogna ritrovare le rimanenti sezioni I, V, X, ec. Coll' asse SX si descriva la semiparabola SAE, e si facciano le altre cose, come nella superiore proposizione; ma come CT ad

AB, così si faccia il quadrato IM al quadrato OF, o il quadrato BM al quadrato TF; e come DV a CT, così il quadrato TF, al quadrato VG; e nel medesimo modo si trovi XH, ec. Dico BM, TF, VG, XH, essere semidiametri delle sezioni B, T, V, X.

Imperocchè, per gli scolj seguenti, tutte le sezioni paralelle di qualche cadente sono fra loro simili, saranno dunque fra loro come i quadrati de' semidiametri dal centro. Laonde come il quadrato BM, al quadrato TF, così la sezione IM, alla sezione OF; ma come il quadrato BM, al quadrato TF, così reciprocamente la velocità CT, alla velocità AB; adunque come la sezione IM, alla sezione OF, così la velocità CT della sezione OF, alla velocità AB, della sezione IM; scorrerà dunque la stessa acqua per la sezione IM, che per la sezione OF. E nello stesso modo si dimostrerà per le sezioni PG, QH, ec. scorrere la stessa quantità d'acqua, e in conseguenza le sezioni PG, QH essere le sezioni della cadente ricercate.

Scolio i. Benchè la cadente perpendicolare di sua natura dovesse aver la forma di corpo conico, la base del quale sia la prima sezione, di qualunque figura ella si fosse, e la cima il centro comune di tutti i gravi, il quale contuttociò in gran distanza insensibilmente differirebbe dal cilindro; nondimeno, perchè per l'accrescimento della velocità, le gocciole dell'acqua, dentro la solidità del cilindrico, scambievolmente si dovrebbero separare stante la pressione esterna dell'aria, e concorrendo ancora l'attaccamento, che chiamano viscosità, il cilindrico verrà premuto verso la linea perpendicolare, che è asse di esso, in maniera, che si fà un altro corpo conoidale di sua natura infinito, che per altro degenererebbe (essendo arrivato il moto all'equabilità, e perseverando la medesima velocità) in cilindrico, col suo asse direttamente indirizzato al centro de' gravi. E questo è vero, rimossa quella resistenza dell'aria inferiore, che fa che comunicato alla cadente grand' impeto, o più presto, o più tardi, secondo il suo maggiore, o minor diametro, si disperga, primieramente in parti minori, dipoi ancora in una tenuissima rugiada. Noi però discorrendo del cadente, rimoviamo questo ultimo impedimento, ritenendo il concorso dell'acqua intorno al suo asse, come se si facesse un vaso tale, che avesse l'orifizio superiore congruente alla prima sezione del cadente, e accomodato intorno all'asse della stessa cadente; noi intendiamo di ricercare in questo vaso, quelle sezioni, che l'acqua cadente, cioè corrente con tutta la velocità, che alla sua caduta si richiede, senza eccesso, o mancanza empia per l'appunto. Supposto questo dimostrerò, che l'acqua talmente scorre giù intorno all'asse, che quella proporzione, che ha la distanza d'un punto nella circonferenza della sezione, dal punto dentro essa, che è toccato dall'asse, alla distanza d'un altro punto, dallo stesso punto dell'asse,

la medesima l'avrà in qualunque sezione inferiore la distanza dell'acqua ad essa corrispondente dall' asse, alla distanza dell' acqua corrispondente al secondo punto dal medesimo asse. v. g. Sia il punto A (*fig.* 48.) al quale termina l'asse, ed i punti C, D nella circonferenza della luce GDHC, l'asse AB; e l'acqua discenda da C in E, e da D in F, e sieno FB, FE nello stesso piano orizzontale; dico che DA, ad AC, starà come EB, BE. Imperocchè discendendo tutta l'acqua della linea AC, discende in BE, bisogna che AC, a BE abbia la medesima proporzione, che la velocità in B, alla velocità in A; finalmente perchè l'acqua che sta nella linea DA, discende in FB, sarà ancora come DA ad FB, così la velocità in B, alla velocità in A. Sarà dunque come AC a BE, così AD, ad FB, e permutando come AC ad AD, così BE ad FB.

Dimostrato questo, dimostrerò ancora, che il lume GDHC sarà simile alla sezione IFKE. Imperocchè, strisciando giù per l'asse AB, l'acqua che passa da AC in BE, saranno AC, AB, BE nel medesimo piano, discendendo AC sempre a se paralella nel medesimo piano verticale; laonde essendo la luce, e la sezione orizzontale, saranno AC, BE, comuni sezioni de' piani orizzontali (e in conseguenza paralelli) col verticale, fra loro paralelle; per la medesima ragione saranno paralelle GA, BI, DA, FB, ec.: laonde gli angoli GAC, IBE saranno eguali; ma sono come si è dimostrato GA, AC proporzionali alle rette IB, BE; adunque i triangoli GAC, IBE saranno simili. Per la stessa ragione GAD, IBF, ec. si mostreranno simili, e in conseguenza il poligono GDHC sarà simile, e similmente posto al poligono IFKE; laonde il poligono GDHC, al poligono IFKE sarà in sudduplicata proporzione de' lati omologhi, come prendemmo nella antedetta proposizione.

Scolio ii. Il punto A è centro di gravità della luce GDHC, e il punto B centro di gravità della sezione IFKE; essendochè l'uno, e l'altro discendano verso 'l centro della terra, è necessario che discendano in maniera, che i centri di gravità sieno nella linea tendente al centro de' gravi, laonde l'asse del cadente sarà la linea, che pel centro di gravità della luce, si tira al centro de' gravi. Adunque essendo in molte figure il centro della gravità, e della grandezza il medesimo, in questa è evidente, l'asse della cadente passare pel centro delle figure, come nel cerchio, ellisse, parallelogrammo ec. se di tal figura sarà la luce, o prima sezione.

Scolio iii. Laonde se qualsivoglia canale cadente sia segato da' piani paralelli a qualche sezione, si faranno tutte le sezioni fra loro simili, e similmente poste, e quando sarà arrivata la velocità del cadente all' equabilità, saranno anco fra loro eguali.

Corol. i. Dalla dimostrazione della proposizione ne segue, che la

linea curva (*fig.* 47.) che congiugne i punti MFGH, è una delle iperboloidi infinite, cioè nella quale l' ordinate all' asintoto sono fra loro in proporzione reciproca subquadruplicata dell' ascisse dal centro; imperocchè, essendo come il quadrato BM, al quadrato TF, così CT ad AB, sarà la proporzione della linea BM a TF, suddduplicata della proporzione di CT, ad AB; ma la proporzione di CT ad AB, è sudduplicata di ST a SB; adunque BM, a TF è in sudduplicata proporzione di ST a SB, cioè in proporzione quadruplicata dell' ascisse dal centro BM, TF; cioè di quella che hanno le ordinatamente applicate ad essa BM, TF reciprocamente. Adunque questa iperboloide sarà la quarta in ordine, cominciando da quella, che si ricava dal cono, come accenammo nel coroll. I. dell' antecedente proposizione.

Corol. II. Di qui nasce SX essere asintoto, ed S centro della predetta iperboloide, pel quale, se si tira la retta ST ad angoli retti all' asintoto, questa sarà l' altro asintoto; imperocchè non essendo in S alcuna velocità, ne segue che l' altezza della sezione S sarà infinita, e conseguentemente continuata la stessa iperboloide, mai in alcun luogo non la toccherà.

Corol. III. Adunque ne' numeri, se come SB ad ST, così si faccia un quadratoquadrato TF ad un altro, sarà la sua radice quadratoquadrata la distanza dell' estrema acqua dall' asse della cadente; ovvero la distanza della cadente dal centro di gravità della sezione, e lo stesso accaderà, se si pigli l' intero diametro OF, in cambio di TF; imperocchè si troveranno i diametri analoghi delle sezioni, e continuando la proporzione, si troveranno consimili tutte le distanze, ovvero i diametri.

Corol. IV. Se la luce IM sia circolare, dalla rivoluzione della figura BMHX, intorno allo stabile asse BX, si descriverà il solido della cadente, e il vaso che possa contenerla per l' appunto.

Corol. V. Se la luce non sia circolare, ma almeno d' una tal figura, che tutte le linee tirate per lo centro di gravità sieno divise pel mezzo, come le ellissi, i parallelogrammi ec., i diametri trasversi delle iperboloidi opposte, saranno eguali; ma se saranno ineguali le linee tirate dal centro di gravità alla circonferenza della luce, come nel triangolo equilatero ec., il centro di tutte le iperboloidi sarà lo stesso, cioè la sublimità della cadente, ma i diametri trasversali, ineguali; come sarà noto a chi è versato nelle coniche sezioni.

Corol. VI. Adunque data la proporzione di due sezioni, e la distanza tra l' una, e l' altra, si potrà ritrovare l' altezza della cadente, come se si dia la proporzione della sezione IM, alla sezione OF, e la distanza BT; basta applicare all' asse TB, le perpendicolari BA, TC, le quali stiano fra loro reciprocamente, come le sezioni, e descrivere la parabola pe' punti C, A, intorno all' asse BT, prolungato

in S, sarà S suo vertice, e insieme centro della predetta iperboloide, e principio della cadente. Il che ancora vale proporzionalmente nel caso dell'antecedente proposizione, come ancora molte cose ivi notate, qui proporzionalmente si debbono riferire.

### PROPOSIZIONE X.

Nella data sezione del canale inclinato, per cui la velocità dell'acqua corrente sia ritardata, ritrovare la proporzione che ha la media velocità intera, alla media velocità ritardata.

Sia il canale inclinato (*fig.* 49.) AB nel quale sia la sezione B, coll'altezza BE, e sia ritardata la velocità da A in B, bisogna trovare la proporzione che ha la media intera velocità della sezione BE, alla velocità media ritardata della medesima sezione BE. Si serri la sezione B sopra BE, v. g. si lasci andar giù la cateratta KE, di maniera, che la sua parte inferiore E, combagi colla superficie dell' acqua, e ritardata da vantaggio la velocità della sezione BE, secondo il senso della quarta proposizione del lib. 4. si osservi a quanta altezza si alzi l' acqua, e sia BM, e la permanente superficie HI.

Perciocchè sotto l' altezza BM passa la medesima quantità d' acqua per la sezione BE, che prima passava per la maggiore, avanti d' avere ritardata la velocità; restituita la medesima, sarà la velocità media l' istessa di prima; adunque descritta la parabola BIQ intorno all' asse BI, sarà BEPQ il complesso delle velocità della perpendicolare BE, di cui si trovi la velocità media BD; e sarà tanto il complesso, quanto la velocità media dell' acqua, che passa per BE, con velocità ritardata. Similmente intorno all' asse KB, si descriva la parabola KBC, paralella alla predetta, e prolungate l' EP, BD, si farà il complesso delle velocità BESC, dovuto all' intera velocità della perpendicolare BE, e di questa si trovi la media velocità BN; e perchè le parabole BIQ, BCK sono paralelle, saranno BN, BD proporzionali alle medie velocità; adunque come sta BN, a BD, così la media intera velocità della perpendicolare BE, alla velocità media ritardata della medesima perpendicolare. Il che ec.

Corol. i. Di qui è chiaro, che BD a DN sta come la velocità ritardata alla perduta, e al contrario BN a DN sta come l' intera velocità alla perduta.

Corol. ii. Descritti dunque sopra BD, BN i rettangoli nell' altezza comune BF, cioè BR, BO, saranno questi i complessi delle velocità intere, e delle residue; laonde il complesso intero delle velocità al complesso residuo, avrà la porzione del rettangolo BO al rettangolo BR; cioè della velocità media intera BN alla residua, o retardata BD ec. e lo stesso si dica de' complessi delle velocità di tutta la sezione.

Corol. III. Dalle sopra esposte proposizioni, e dalla misura dell' acqua corrente colla residua velocità, ritrovata colla regola generale della proposizione ultima del lib. 4. facilmente sarà manifesta la misura dell'acqua, che potrebbe scorrere per la sezione, in caso, che non fosse ritardata la velocità, e similmente la misura dell'acqua non iscorsa, la quale per altro sarebbe potuta scorrere per la medesima sezione, rimossa la ritardazione, essendochè queste quantità sono proporzionali alle velocità medie predette, delle quali se ne sarà cognita una in qualche misura assoluta, e determinata, ancora le rimanenti si fanno manifeste nella medesima misura.

Scolio. Il ritardamento dell'acqua nella sezione serrata sopra alla superficie dell'acqua, si può avere in più modi, posto qualunque impedimento avanti alla sezione, il quale se ristrignerà la sezione, fatta l'elevazione dell'acqua, si dee rimuovere, e lasciare che di nuovo si fermi la superficie dell'acqua; imperocchè discenderà qualche poco con aver restituita la larghezza alla sezione, e se col lasciare andare la cateratta sotto la superficie dell'acqua, l'acqua sarà cresciuta fino alla permanente superficie, questa si dee un poco rialzare, tanto che ritorni nel primiero sito, e si debbe osservare l'altezza, alla quale si fermerà l'acqua, di nuovo discendendo.

## PROPOSIZIONE XI.

Data la proporzione, che ha la velocità ritardata media, alla velocità intera media, e l'altezza che ha l'acqua correndo con velocità ritardata nella data sezione, ritrovare l'altezza nella medesima sezione, sotto la quale scorrerebbe la stessa acqua con velocità intera.

Sia la velocità residua all'intera, come (*fig.* 49.) BD a BN, e l'altezza dell'acqua corrente colla velocità media BD nella sezione B sia BE, bisogna ritrovare l'altezza, che farebbe la stessa acqua correndo coll'intera velocità nella medesima sezione.

Si faccia come BN, a BD, così BE ad un'altra v. g. BF; dico BF essere l'altezza ricercata. Imperocchè, essendo reciproche le altezze delle sezioni, e le velocità medie, e come le altezze delle sezioni, così le stesse sezioni, essendo della medesima larghezza, saranno le medie velocità reciproche alle sezioni; laonde la quantità dell'acqua che esce per la sezione B coll'altezza BE, e colla velocità BD media, sarà eguale alla quantità dell'acqua che esce per la stessa sezione B coll'altezza BF, e colla velocità BN; ma BN è la velocità intera, e BD la velocità ritardata; adunque per la sezione B coll'altezza BE, e colla velocità ritardata, passerà egual quantità d'acqua a quella, che può scorrere per la stessa sezione coll'altezza BF, e coll'intera

velocità. È dunque l'altezza BF quella, che farebbe l'acqua del canale AB correndo con intera velocità. Il che ec.

Corol. I. Lo stesso problema si scioglie, se si darà la proporzione dell'intera velocità, alla velocità perduta, ovvero della residua, alla perduta; essendochè da queste facilmente si raccoglie la proporzione della velocità residua, all'intera.

Corol. II. È chiaro ancora il converso del problema, cioè, se si desse per altro metodo l'altezza della sezione, quando l'acqua scorre con velocità ritardata, e l'altezza della sezione, quando la stessa acqua scorre con velocità intera, o almeno la proporzione delle medesime; si darebbe ancora la proporzione dell'intera velocità, e della ritardata.

## *LIBRO SESTO.*

### NEL QUALE SI PROPONE L'ARTIFIZIO, E IL FONDAMENTO DEL DISTRIBUIRE CON PROPORZIONE L'ACQUE PROVENIENTI DAGLI ACQUEDOTTI, DA' CANALI, E DALLE CONSERVE.

#### PROPOSIZIONE I.

In un canale orizzontale, che sempre seguiti colla medesima larghezza se gli si cresca l'acqua, l'altezza dell'acqua accresciuta, e quella non cresciuta in una sezione, è nella medesima proporzione, che è in tutte l'altre.

Sia il canale orizzontale (*fig.* 50.) AB, che abbia tutte le sezioni d'una larghezza medesima, e la sua superficie sia FE; la quale, per l'aggiunta di nuova acqua, s'intenda elevarsi fino in CD; dico che l'altezza AF dell'acqua non accresciuta, all'altezza dell'acqua accresciuta AC nella sezione A, ha la stessa proporzione, che l'altezza dell'acqua non cresciuta BE, all'altezza dell'accresciuta BD, nell'altra sezione B. Conciossiachè AB è canale orizzontale, sarà la superficie FE, pel coroll. 1. prop. 1. lib. 5. paralella al fondo AB; ma ancora la superficie CD per la stessa causa, è equidistante al fondo AB; adunque le tre rette BA, EF, DC saranno paralelle; ma sono ancora paralelle AC, BD; adunque come FC ad AF, così DE, ad EB: e componendo, come CA, ad AF, così DB a BE; e invertendo, come AF a CA, così BE a BD. Il che ec.

Scolio I. Se a un canale orizzontale sia applicato un canale inclinato, v. g. se al canale AB orizzontale, si applichi BI inclinato, la parte di esso GB non si considera, come canale orizzontale, ma come medio fra l'orizzontale, e l'inclinato; imperocchè facendosi H

principio del canale inclinato, l'acqua fra H, e B sarà premuta, e farà la superficie HB più bassa di HC, come altrove abbiamo dimostrato.

Scolio ii. Perchè dunque è possibile ad un canale, che abbia il fondo orizzontale, applicarvene uno tanto poco inclinato, che il suo principio convenga colla prima altezza del canale, secondo il fondo del canale orizzontale, questo, naturalmente parlando, non sarà canale orizzontale, ma una cosa di mezzo fra l'orizzontale, e l'inclinato, essendochè il vero canale orizzontale non debba niente partecipare col canale di altro genere.

Scolio iii. Di qui è, che se in vece del canale orizzontale non se ne sostituisca alcun altro, ma l'acqua liberamente possa scorrere; questa forma di canale, benchè abbia il fondo orizzontale posto, non ubbidisce però esattamente alle leggi de' canali orizzontali; poichè la cascata del predetto canale descrivendo una linea parabolica, per quel che è stato dimostrato dal sottilissimo Torricelli, è evidente, che l'acqua cadente prende infinite inclinazioni di canali, secondochè le figure di essa sono infinite tangenti; e però il canale che si tiene per orizzontale, ha comunicazione con infiniti canali inclinati, e in conseguenza partecipa spesse fiate, e successivamente le proprietà di tutti.

Scolio iv. Ma perchè quanto è minore l'inclinazione del canale applicato, tanto ancora è minore la differenza fra l'altezza nella prima sezione del canale inclinato, e l'altezza nell'orizzontale, di qui è, che in poca inclinazione d'un canale applicato si può fare insensibile la differenza dell'una e l'altra altezza, ed impercettibile ad ogni senso; e però ancora fisicamente si può pigliare come eguale, ed il canale impropriamente orizzontale, si può considerare come se veramente fosse tale.

Scolio v. Se un canale di questa sorte orizzontale abbia diversa larghezza, basta stringere talmente l'ultima sezione, che sia la minore di tutte l'altre, o almeno non minore della minima, acciocchè pel coroll. 2. prop. 5. lib. 5. sia dappertutto la medesima altezza.

### PROPOSIZIONE II.

Sia per un lume fatto nella sponda d'un canale orizzontale, che sia da pertutto di eguale larghezza, si derivi dal canale dell'acqua; sotto al foro sarà premuta la superficie dell'acqua; ma se data sia la proporzione dell'acqua derivata a tutta l'acqua del canale, e si ristringa la sezione sotto il foro, di maniera, che come sta tutta l'acqua a quella che rimane nel canale, così stia la larghezza viva della sezione dirimpetto alla luce, o sopra la luce, alla simile larghezza

della sezione inferiore, sarà parimente la medesima altezza dell'acqua nell' una, e nell' altra sezione.

Sia il fondo del canale orizzontale (*fig.* 51.) ABCD, pel quale scorra l' acqua permanente nel medesimo stato, ed i suoi lati AC, BD siano paralelli; e pel foro GF si derivi qualsivoglia porzione d' acqua. Dico che la superficie dell' acqua sotto F s' abbasserà; ma se si ristringerà la sezione EF, di maniera, che come sta l' acqua che passa per AB, all' acqua che dee passare per la sezione EF, così stia la larghezza AB, alla larghezza HF; dico che tanto in AB, quanto in HF sarà la medesima altezza; e se da un altro foro IL, si derivi un' altra porzione d' acqua, e talmente si restringa la sezione ML, che come sta l' acqua AB, all' acqua per NL, così AB ad NL. Dico che tanto in AB, che in NL sarà la medesima altezza.

Imperocchè si tiri HO, paralella alla lunghezza del canale BD, che seghi AB in O. E perchè AB è eguale ad HF; sarà la proporzione di AB ad HF, la stessa che di AB ad OB; ma come AB ad HF, così l' acqua per AB, all' acqua per HF; adunque come AB ad OB, così l' acqua per AB, all' acqua per HF, ma come AB, ad OB, così l' acqua per AB, all' acqua per OB; adunque come l' acqua per AB, all' acqua per OB, così l' acqua per AB, all' acqua rimanente, e in conseguenza sarà l' acqua per OB eguale alla rimanente acqua, che debbe scorrere per la sezione HF; laonde, essendo le larghezze OB, HF eguali, saranno i complessi delle velocità d' una perpendicolare nella sezione OB, e d' una perpendicolare nella sezione HF eguali; e sono le dette perpendicolari, assi delle parabole (essendo che da queste si circonscrive il complesso delle naturali velocità) adunque essendo le parabole eguali, ancora gli assi, o l' altezze delle sezioni OB, HF saranno eguali. Nello stesso modo si dimostrerà, che nella sezione NL verrà la medesima altezza d' acqua, che in AB; essendo dunque necessario, acciocchè nelle sezioni AB, EF sia la medesima altezza d' acqua, restringere la sezione inferiore EF, in HF; ne segue, che allargata la parte EH, e ancora l' altre sezioni inferiori, l' acqua scorrerà talmente, che la sua altezza sia minore dell' altezza della sezione HF ristretta, ovvero d' AB. Il che ec.

Corol. 1. Di qui ne segue, che se si debba derivare dell' acqua da un canale orizzontale, per molte luci fatte ne' lati del canale, se si ristringerà in maniera la sezione sotto all' infima luce, che tutta l' acqua del canale abbia quella proporzione alla rimanente nel canale dopo la distribuzione, che ha la larghezza del canale avanti la distribuzione, cioè sopra la luce superiore, alla larghezza della sezione ristretta sotto la luce inferiore, l' acqua sopra a questa sezione, sempre si conserverà nella medesima altezza, non ostante le escite multiplici da diversi fori, o sia il canale regolare, o irregolare; cioè o sieno tutta

le sezioni naturali egualmente larghe o nò, purchè le sezioni naturali non sieno minori respettivamente delle ristrette.

Corol. ii. È chiaro ancora, che se nell' accrescimento dell' acqua si conservi la proporzione medesima, che ha l' acqua distribuita, a tutta avanti l' accrescimento, sarà orizzontale la superficie dell' acqua anche cresciuta, e in questo caso sarà ancora la medesima altezza d' acqua dappertutto, ma non sarà così, se sarà turbata la prima proporzione, essendochè il ristringimento del canale nella sezione inferiore dee essere proporzionato alla quantità dell' acqua residua.

### PROPOSIZIONE III.

Se in un canale orizzontale sia talmente ristretta la sezione inferiore, che non ostante la distribuzione dell' acque, fatta per più fori aperti più su, le basi de' quali sieno nella medesima orizzontale, e la superficie dell' acqua sia pure orizzontale, sarà la proporzione dell' acque, che passano per diversi fori sempre la medesima, e la superficie dell' acqua sempre sarà orizzontale in qualunque accrescimento, o scemamento dell' acque nel canale.

Sia un canale orizzontale, il fondo del quale sia (*fig.* 52.) ABCD, e la larghezza viva BA, e la sua sponda FC, nella quale vi sieno i fori aperti per di sopra HK, LN, che abbiano le basi HI, LM, nella stessa orizzontale BC, e sia ristretta l' inferior sezione CD, v. g. in CE, di maniera, che la superficie dell' acqua sopra a CE sia orizzontale, v. g. OR; dico che quantunque si elevi la superficie dell' acqua in FG, ancora FG sarà orizzontale, e la proporzione che ha l' acqua per IP, all' acqua per QM, sarà la medesima di quella dell' acqua per HK, all' acqua per LN. Perchè è la medesima altezza d' acqua tanto nella sezione OA, quanto ne' fori PI, QM, sarà la quantità dell' acqua per OA, alla quantità dell' acqua per PI, come BA, ad HI: per la medesima ragione come BA ad LM, così la quantità per OA, alla quantità per QM, e come HI ad LM, così la quantità per PI, alla quantità per QM; e come BA a CE, così la quantità per OA, alla quantità per RE. Laonde, essendo l' acqua per OA, eguale all' acque PI, QM, RE insieme prese, sarà ancora la larghezza BA, eguale alle basi HI, LM, CE insieme prese. Si divida dunque ED nelle parti ES, SD eguali ad HI, LM, saranno VS, SX eguali a' fori PS, QM; essendochè sieno eguali le altezze VE, PH, ec.

S' intenda ora cresciuta l' acqua fino in FG, e chiusi i fori si supponga aperta tutta la sezione GD, perchè dunque BA, CD sono eguali, sarà l' altezza FB, eguale all' altezza CG, e la sezione FA, eguale alla sezione GD: si divida la sezione GD, colle linee EY, ST perpendicolari alla larghezza CD, di maniera che sieno come tre

sezioni GE, YS, TD; sarà YS eguale a KH, e TD eguale a LN; e come CD, ovvero AB a CE, ES, SD, così tutta l'acqua, ovvero l'acqua per GD, all' acque per GE, per YS, per TD; s' intenda a un tratto ristretta la sezione CD, in CE, e aperti i fori KH, NL, e perchè KH è eguale a YS, e LN è eguale a TD, e l' altezza è la medesima, sarà l' acqua per KH, eguale all'acqua che passava prima per YS; e all'acqua che passava prima per TD, è eguale l' acqua per NL; adunque tant' acqua escirà per le sezioni GE, KH, NL, quanta prima n' esciva per la sezione GD; laonde rimarrà la medesima superficie d' acqua; ma questa prima era orizzontale, adunque sarà ancora dopo orizzontale. Stando adunque ferme l' altezze eguali IK, MN, sarà l'acqua per KH, all'acqua per NL, come HI ad LM, ma come HI ad LM, così l'acqua per PI, all'acqua per QM; adunque come l'acqua per KH, all' acqua per NL, così l'acqua per PI, all'acqua per QM. Il che ec.

LEMMA.

Se per GE, LN, KH passi eguale quantità d' acqua, che per FA; dico che la superficie dell' acqua non si muterà.

Imperocchè se si mutasse, o alzerebbe, o s' abbasserebbe; il primo non può seguire, essendochè l' alzamento dell' acqua, o suppone l' accrescimento, che è contra il supposto, ovvero minore escita che entrata, il che pure è contra il supposto; similmente nè anco il secondo seguirà; perchè l' abbassamento della superficie, o suppone lo scemamento dell' acqua, o il maggiore esito, che ingresso; e l' uno, e l' altro parimente è contra il supposto. Di più nè meno può abbassarsi, v. g. in GE, nè alzarsi in LN, poichè essendo tutte le cose eguali, non v' è ragione alcuna, perchè si abbia ad innalzare o abbassare più quì, che lì. Se dunque la superficie dell' acqua non s' alza, nè s' abbassa, è necessario, che si mantenga la medesima.

Scolio. È contuttociò vero, che in fatti passa qualche poco d' acqua più per la sezione GD, che per le tre sezioni GE, LN, KH, imperocchè vien meno diminuita la velocità dal contatto, e confricazione delle sponde, e del fondo, nell'intera sezione FA, o GD, che nelle sezioni GE, LN, HK, il che quantunque astrattamente non sia considerato, debbe osservarsi praticamente: ma però in questo caso la superficie dell'acqua si solleverà un poco da pertutto egualmente, e la distribuzione si farà proporzionalmente, se non che l' impedimento della confricazione è maggiore ne' fori minori, che ne' maggiori, al quale inconveniente si può rimediare, per consiglio del famosissimo abate Castelli, se sieno tutti i fori eguali, e simili (noi ci aggiungiamo ancora nella medesima orizzontale) e se si faccia la distribuzione con assegnare più fori nella data proporzione.

Corol. Se dunque da un canale orizzontale si debba cavare dell'acqua, e tutta distribuirla secondo la data proporzione, basta nella sezione artificiale dividere la data altezza viva nella medesima proporzione; v. g. se tutta l'acqua che passa per la sezione artificiale d'un canale orizzontale, che abbia la larghezza viva AB, si debba distribuire, o dividere in maniera, che di quelle parti, che Tizio n'ha una, Sempronio n'abbia 3. Mevio 5. Cajo 7. Lucio 8. Annio 6. e la rimanente parte dell'acqua, che dee scorrere pel canale sia 60. si pigli tutta la somma, cioè 90. e si divida AB in altrettante parti delle quali 60. si lascino alla larghezza della sezione CE sotto le luci, per le quali si dee fare la distribuzione, e aperte le luci più su, si costituiscano colla base combaciante al fondo del canale; la base delle quali per Tizio sia 1. per Sempronio 3. e così degli altri, e così in questa maniera, essendo l'acque proporzionali alle larghezze, ovvero alle basi delle luci in qualunque altezza, e le basi fra loro nella data proporzione, saranno ancora l'acque fra loro nella data proporzione, tanto tutta, che la rimanente, che quella che si cava da' fori fatti; essendo che sopra i fori, che distribuiscono l'acqua, si conservi sempre la medesima altezza d'acqua, come è stato dimostrato.

Scolio ii. Per fuggire tutti gli scrupoli giova applicare a tutte le luci, canali orizzontali di conveniente lunghezza, cioè tanta, che possa rimuovere il dubbio del mescolamento in esse luci col canale inclinato. E per supplire per quanto si può l'eccesso dell'acqua che passa per le maggiori luci, a questi si applichi un canale più lungo, acciocchè al flusso dell'acqua si aggiunga maggiore impedimento, e così provvedere alla superflua quantità dell'acqua; o si dee adoperare l'artificio Castelliano di sopra esposto, secondo che l'occasione ci insegnerà essere o l'uno o l'altro più a proposito.

### PROPOSIZIONE IV.

Se da un canale orizzontale di eguale larghezza si distribuisca dell'acqua per più luci rettangole, e fatte nella sponda del canale egualmente alte sotto la superficie dell'acqua: e nella sezione posta dopo le predette luci (cioè presa nella parte inferiore del canale dopo le luci) si pongano nel medesimo piano orizzontale, dove sono le basi delle luci, impedimenti eguali, simili, e similmente posti a tutte le luci de' fori. L'acqua fino all'inferior sezione si conserverà colla superficie nella medesima linea orizzontale; e in qualunque aumento d'acqua, l'acque derivate avranno la medesima proporzione.

Sia il canale orizzontale, il fondo del quale (*fig.* 53.) BADC sia da pertutto d'eguale larghezza; e la sponda FC, nella quale sieno

fatte le luci rettangole PI, QM, colle basi HI, LM nella medesima orizzontale v. g. nel fondo del canale; e nella sezione GD nella linea CD, si piglino le linee SD, SE eguali alle basi delle luci HI, LM, e si alzino le perpendicolari VE, DX eguali all'altezze PHQL; e si compisca il rettangolo VD, di maniera che SX sia eguale a PI, e VS eguale a QM. Dico che se VD si concepisca come impedimento; aperte le luci PI, QM, l'acqua della superficie verrà orizzontale, e che l'acqua per PI all'acqua per QM in qualunque altezza sarà nella medesima proporzione. Imperocchè essendo il canale BADC da per tutto di eguale larghezza, sarà la superficie v. g. OR paralella al fondo BC, siccome RZ paralella a CD; laonde OB, KH, LN, RC, YE, DZ saranno eguali essendo tutte fra loro paralelle; adunque levate l'eguali PH, LQ, EV, DX, rimarranno KP, NQ, YV, ZX eguali, e però le sezioni VS, SX, PI, QM, avranno sopra di se la medesima altezza d'acqua, ed essendo le sezioni simili, ed eguali, conseguentemente le loro velocità medie saranno eguali, essendo la velocità media di ciascuna, quella che è perpendicolare v. g. VE sotto l'altezza YE; laonde le quantità dell'acque saranno fra loro come le larghezze; ma SD è eguale ad HI, ed ES è eguale ad LM; adunque l'acqua per SX, sarà eguale all'acqua per PI, e l'acqua per VS, è eguale all'acqua per QM; adunque posto l'impedimento VD, e insieme aperte le luci PI, QM, tant'acqua scorrerà per la sezione rimanente RZXVEC, e per le luci PI, QM, quanta prima n'era passata per l'intera sezione GD, ovvero quanta ne passa per FA; adunque pel lemma antecedente, non si muterà la superficie dell'acqua, ma sarà la medesima OR. Similmente si dimostrerà cresciuta l'altezza in FG in un libero canale senza luci, e di nuovo posto l'impedimento medesimo VD, e aperti i fori, non mutarsi la superficie orizzontale FG. Sicchè essendo la superficie FG egualmente elevata sopra a tutti i fori, saranno le velocità medie di tutti, eguali; e però le quantità dell'acqua in qualunque elevazione, ovvero in qualunque stato d'acqua, saranno fra loro come i fori; ed essendo questi egualmente alti, saranno le quantità dell'acqua fra loro, come la larghezza delle luci, o de' fori in qualunque altezza di canale ec.

Scolio i. Di quì è manifesta la regola di distribuire l'acque, mediante la distribuzione da' canali orizzontali per gli fori nascosi sotto acqua, ed in maniera, che sempre si conservi in qualunque altezza d'acqua la medesima proporzione; imperciocchè se la sezione sotto i fori, la larghezza della quale sia eguale alla larghezza viva della sezione sopra i fori, s'impedisca con un impedimento, la superficie del quale opposta al corso dell'acqua sia rettangola, e colla base combaci colla larghezza della sezione v. g. CABD, (*fig.* 54.) la cui base AB, e si divida colle linee EF, GH ec. in una data proporzione; e

si facciano i fori nelle sponde eguali, simili, e similmente posti a' rettangoli AF, FG ec. e colla sua base, che convengano col fondo del canale; questi distribuiranno l' acqua nella data proporzione, come si è dimostrato. O poste le basi de' fori combacianti il fondo del canale e fatta l' altezza di tutti eguale, ma la larghezza secondo la desiderata proporzione; da tutte queste cose messe insieme si potrà comporre l' area dell' impedimento da apporsi al corso dell' acqua nella sezione sotto a' fori.

Scolio II. La medesima dimostrazione vale, se le luci sieno d' altra figura, che rettangoli, e sotto diversa altezza, se si appongano a tutti nella sezione impedimenti simili, eguali, ed egualmente posti, di maniera che impediscano tanto d' acqua, quanta ne dee passare per la luce a se corrispondente. Noi dimostrammo la proporzione secondo la pratica più facile, da mettersi in opera senza alcuna fatica.

Scolio III. Simile è la ragione di distribuire l' acqua d' un lago, palude, conserva ec. se non che, non v' è bisogno d' alcuno impedimento, essendochè in questa sorte di ricettacoli d' acque, la superficie dell' acqua è sempre nella medesima orizzontale, onde è chiaro, che se le basi delle luci si costituiscano nella medesima orizzontale, e tutte sieno alla medesima altezza, le proporzioni dell' acqua sono fra loro come le larghezze delle luci, e che però è facilissima questa distribuzione d' acque, in quel modo appunto, chi si è detto di sopra della derivazione da' canali orizzontali.

Scolio IV. Da quanto si è dimostrato, si può chiaramente vedere, la distribuzione dell' acqua che si fa per pollici, once, quinarie ec. non essere permanente, se non si fa la distribuzione in luogo, dove sempre si mantenga la stessa superficie d' acqua, non alterabile in verun modo; lo che di rado, o non mai accaderà; essendo, che se questa può alzarsi, o abbassarsi, è chiaro, se v. g. una quinaria, come appresso gli antichi; si prenda nella misura determinata, e assoluta in ordine all' area della luce, questa quinaria essere sempre la medesima, ma che la quantità dell' acqua sarà ora maggiore, ora minore. Ma se la quinaria si prenda in una misura determinata non in ordine all' area della luce, ma in ordine ad una quantità certa d' acqua, che passa per una luce in un dato tempo, questa quinaria, ora più, ora meno della medesima luce diffonde, secondo la maggiore, o minore altezza dell' acqua sopra i centri della velocità delle luci. Ed è cosa molto difficile ritenere sempre in una conserva la medesima superficie, per emissari, o diversioni che abbiano il fondo nel piano della superficie, che pretendiamo mantenere permanente nell' acqua; imperocchè essendo necessario, pel vario accrescimento d' acqua, che l' acqua sopra il detto fondo scorra con varia altezza, ed essendo questa regola quella, secondo la quale si dispone la superficie

dell'acqua nella conserva; conseguentemente ancora sarà varia la superficie dell'acqua, secondo il vario accrescimento d'acqua; di maniera, che, almeno secondo me, è difficilissimo, se non impossibile, ritenere sempre con macchina stabile la medesima superficie d'acqua.

SCOLIO V. Similmente dalle cose dette pare, che si possa concludere, che se ne' canali inclinati si dia qualche artificio, col quale si faccia, che non ostante l'escita per le luci fatte nelle sponde, la superficie dell' acqua sia paralella al fondo in qualunque altezza, si potrà fare la distribuzione del canale inclinato col metodo, che abbiamo adoperato nel canale orizzontale.

SCOLIO VI. Questo artifizio potrà essere, se il canale inclinato sia diviso, come in più canali orizzontali; come se il canale AB (*fig.* 55.) si divida in quattro canali orizzontali AF, CG, DH, EI; imperocchè l' acqua dopo la caduta perpendicolare FC, GD ec. quasi subito si dispone all' altezza, che richiede il corso sopra i fondi orizzontali CG, DH ec. in maniera, che si possano fare in luogo conveniente, nelle sponde del canale, le luci che distribuiscano acqua secondo la desiderata proporzione. Vi possono ancora essere altri artifici pel medesimo fine, come le diversioni laterali, nelle quali l' acqua, cessante il flusso orizzontalmente si livella, nelle sponde delle quali, si potranno disporre le luci distribuenti, come si è detto di sopra ec. ma questi, ed altri gli lasciamo da eleggere, o ritrovare secondo l' occasione al giudizio de' pratici.

SCOLIO VII. Siccome lasciamo l' applicazione di questa dottrina a' diversi casi che possono occorrere nella praticca, essendochè da tanti che fin qui se ne son detti ciascuno facilmente può raccorre una regola di applicare la nostra dottrina secondo, che comporterà la varietà, e l' esigenza delle condizioni.

## AGGIUNTA.

### *Tavola degli spazj dovuti alle velocità.*

Peravventura potrebbero sembrare imperfette, e quasi inutili queste nostre speculazioni idrometriche, che in questi sei libri abbiamo esposte, se nella proposizione 10. del libro 2. io non avessi dimostrata la maniera di determinare gli spazj, che l'acqua può scorrere con una data velocità in un dato tempo. Ma sarebbe mancato qualche cosa alla sua perfezione, se anco io avessi lasciato a carico del lettore il tedio di far l'esperienze, e i calcoli. Adunque, acciocchè per quanto permette la tenuità delle forze mie, e del mio ingegno, io non manchi mai alla pubblica utilità, determinai fin dal principio dell'opera, far l'uno, e l'altro, riducendo in una particolar tavola gli spazj dovuti alla velocità, determinando la velocità della sua cagione, cioè o dalla scesa, o dalla pressione, conciossiachè sufficientemente apparisce dalle cose fin qui dimostrate, che l'una e l'altra tornano tutt'una.

Vero è che ho indugiato fino ad ora a far ciò, sì perchè rifacendo molte fiate l'esperienza, avessi un fondamento più certo di questa tavola, sì perchè non si mettesse fuori questa tavola fatta con gran consumo di tempo, e di fatica, prima di averne veduta la sua utilità, e necessità.

Adesso adunque finalmente la diamo, mediante la quale facilmente si potrà calcolare la misura di qualsivoglia fiume, giusta la norma da noi dimostrata, consistendo nella moltiplicazione della sola area della sezione artificiale, ovvero del regolatore collo spazio dovuto alla velocità media, il quale a ciascun' oncia d'altezza, o di scesa perpendicolare, è dimostrato dalla tavola; talchè tutta la dottrina nostra dell'acque correnti si raggiri nell'uso di essa, e si racchiuda in essa come in compendio.

Del resto noi ci aggiungemmo il fondamento, l'uso, e l'applicazione della tavola, non solo per rendere, come si dee, ragione del fatto, ma anco per aprire colla dimostrazione, e co' precetti, e coll'esempio a' misuratori dell'acque una strada piana, e facile di misurar l'acque correnti, anzi per appianarla, e renderla loro libera da ogni ostacolo.

## *Tavola degli spazi dovuti alla velocità, giusta l' altezza, o scesa dell' acqua per un minuto d' ora.*

| *Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | | *Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | | *Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once |
| | 1 | 62 | 6 | 2 | 5 | 336 | 5 | 4 | 9 | 471 | 8 |
| | 2 | 88 | 4 | 2 | 6 | 342 | 2 | 4 | 10 | 475 | 10 |
| | 3 | 108 | 2 | 2 | 7 | 347 | 10 | 4 | 11 | 479 | 11 |
| | 4 | 124 | 11 | 2 | 8 | 353 | 5 | 5 | 0 | 483 | 11 |
| | 5 | 139 | 8 | 2 | 9 | 358 | 11 | 5 | 1 | 488 | 0 |
| | 6 | 153 | 0 | 2 | 10 | 364 | 4 | 5 | 2 | 491 | 11 |
| | 7 | 165 | 4 | 2 | 11 | 369 | 7 | 5 | 3 | 495 | 11 |
| | 8 | 176 | 8 | 3 | 0 | 374 | 10 | 5 | 4 | 499 | 10 |
| | 9 | 187 | 5 | 3 | 1 | 380 | 0 | 5 | 5 | 503 | 8 |
| | 10 | 197 | 7 | 3 | 2 | 385 | 2 | 5 | 6 | 507 | 7 |
| | 11 | 207 | 3 | 3 | 3 | 390 | 2 | 5 | 7 | 511 | 4 |
| 1 | 0 | 216 | 5 | 3 | 4 | 395 | 2 | 5 | 8 | 515 | 2 |
| 1 | 1 | 225 | 5 | 3 | 5 | 400 | 1 | 5 | 9 | 519 | 0 |
| 1 | 2 | 233 | 9 | 3 | 6 | 404 | 11 | 5 | 10 | 522 | 9 |
| 1 | 3 | 242 | 0 | 3 | 7 | 409 | 8 | 5 | 11 | 526 | 5 |
| 1 | 4 | 249 | 11 | 3 | 8 | 414 | 5 | 6 | 0 | 530 | 2 |
| 1 | 5 | 257 | 7 | 3 | 9 | 419 | 1 | 6 | 1 | 533 | 10 |
| 1 | 6 | 265 | 1 | 3 | 10 | 423 | 9 | 6 | 2 | 537 | 5 |
| 1 | 7 | 272 | 4 | 3 | 11 | 428 | 4 | 6 | 3 | 541 | 1 |
| 1 | 8 | 279 | 5 | 4 | 0 | 432 | 10 | 6 | 4 | 544 | 8 |
| 1 | 9 | 286 | 4 | 4 | 1 | 437 | 4 | 6 | 5 | 548 | 3 |
| 1 | 10 | 293 | 0 | 4 | 2 | 441 | 9 | 6 | 6 | 551 | 9 |
| 1 | 11 | 299 | 8 | 4 | 3 | 446 | 2 | 6 | 7 | 555 | 4 |
| 2 | 0 | 306 | 1 | 4 | 4 | 450 | 6 | 6 | 8 | 558 | 10 |
| 2 | 1 | 312 | 5 | 4 | 5 | 454 | 10 | 6 | 9 | 562 | 4 |
| 2 | 2 | 318 | 7 | 4 | 6 | 459 | 1 | 6 | 10 | 565 | 9 |
| 2 | 3 | 324 | 8 | 4 | 7 | 463 | 4 | 6 | 11 | 569 | 2 |
| 2 | 4 | 330 | 7 | 4 | 8 | 467 | 6 | 7 | 0 | 572 | 7 |

| Altezza dell'acqua à misura di piede bolognese. | | Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese. | | Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese. | | Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese. | | Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese. | | Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once |
| 7 | 1 | 576 | 0 | 9 | 9 | 675 | 10 | 12 | 5 | 762 | 8 |
| 7 | 2 | 579 | 5 | 9 | 10 | 678 | 8 | 12 | 6 | 765 | 2 |
| 7 | 3 | 582 | 9 | 9 | 11 | 681 | 7 | 12 | 7 | 767 | 9 |
| 7 | 4 | 586 | 1 | 10 | 0 | 684 | 5 | 12 | 8 | 770 | 3 |
| 7 | 5 | 589 | 5 | 10 | 1 | 687 | 3 | 12 | 9 | 772 | 10 |
| 7 | 6 | 592 | 9 | 10 | 2 | 690 | 1 | 12 | 10 | 775 | 4 |
| 7 | 7 | 596 | 0 | 10 | 3 | 692 | 11 | 12 | 11 | 777 | 10 |
| 7 | 8 | 599 | 3 | 10 | 4 | 695 | 9 | 13 | 0 | 780 | 4 |
| 7 | 9 | 602 | 6 | 10 | 5 | 698 | 6 | 13 | 1 | 782 | 10 |
| 7 | 10 | 605 | 9 | 10 | 6 | 701 | 4 | 13 | 2 | 785 | 4 |
| 7 | 11 | 608 | 11 | 10 | 7 | 704 | 1 | 13 | 3 | 787 | 10 |
| 8 | 0 | 612 | 2 | 10 | 8 | 706 | 10 | 13 | 4 | 790 | 3 |
| 8 | 1 | 615 | 4 | 10 | 9 | 709 | 7 | 13 | 5 | 792 | 9 |
| 8 | 2 | 618 | 6 | 10 | 10 | 712 | 4 | 13 | 6 | 795 | 2 |
| 8 | 3 | 621 | 8 | 10 | 11 | 715 | 1 | 13 | 7 | 797 | 8 |
| 8 | 4 | 624 | 9 | 11 | 0 | 717 | 10 | 13 | 8 | 800 | 1 |
| 8 | 5 | 627 | 11 | 11 | 1 | 720 | 6 | 13 | 9 | 802 | 6 |
| 8 | 6 | 631 | 0 | 11 | 2 | 723 | 3 | 13 | 10 | 805 | 0 |
| 8 | 7 | 634 | 1 | 11 | 3 | 725 | 11 | 13 | 11 | 807 | 5 |
| 8 | 8 | 637 | 2 | 11 | 4 | 728 | 7 | 14 | 0 | 809 | 10 |
| 8 | 9 | 640 | 2 | 11 | 5 | 731 | 3 | 14 | 1 | 812 | 2 |
| 8 | 10 | 643 | 3 | 11 | 6 | 733 | 11 | 14 | 2 | 814 | 7 |
| 8 | 11 | 646 | 3 | 11 | 7 | 736 | 7 | 14 | 3 | 817 | 0 |
| 9 | 0 | 649 | 3 | 11 | 8 | 739 | 3 | 14 | 4 | 819 | 5 |
| 9 | 1 | 652 | 3 | 11 | 9 | 741 | 11 | 14 | 5 | 821 | 9 |
| 9 | 2 | 654 | 3 | 11 | 10 | 744 | 6 | 14 | 6 | 824 | 2 |
| 9 | 3 | 658 | 3 | 11 | 11 | 747 | 1 | 14 | 7 | 826 | 6 |
| 9 | 4 | 661 | 2 | 12 | 0 | 749 | 9 | 14 | 8 | 828 | 10 |
| 9 | 5 | 664 | 2 | 12 | 1 | 752 | 4 | 14 | 9 | 831 | 2 |
| 9 | 6 | 667 | 1 | 12 | 2 | 754 | 11 | 14 | 10 | 833 | 7 |
| 9 | 7 | 670 | 0 | 12 | 3 | 757 | 6 | 14 | 11 | 835 | 11 |
| 9 | 8 | 672 | 11 | 12 | 4 | 760 | 1 | 15 | 0 | 838 | 3 |

| *Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | | *Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | | *Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once | Piedi | Once |
| 15 | 1 | 840 | 7 | 17 | 9 | 911 | 10 | 20 | 5 | 977 | 11 |
| 15 | 2 | 842 | 10 | 17 | 10 | 914 | 0 | 20 | 6 | 979 | 11 |
| 15 | 3 | 845 | 2 | 17 | 11 | 916 | 1 | 20 | 7 | 981 | 11 |
| 15 | 4 | 847 | 6 | 18 | 0 | 918 | 3 | 20 | 8 | 983 | 11 |
| 15 | 5 | 849 | 9 | 28 | 1 | 920 | 4 | 20 | 9 | 985 | 10 |
| 15 | 6 | 852 | 1 | 18 | 2 | 022 | 6 | 20 | 10 | 987 | 10 |
| 15 | 7 | 854 | 4 | 18 | 3 | 924 | 7 | 20 | 11 | 989 | 10 |
| 15 | 8 | 856 | 8 | 18 | 4 | 926 | 8 | 21 | 0 | 991 | 10 |
| 15 | 9 | 858 | 11 | 18 | 5 | 928 | 9 | 21 | 1 | 993 | 9 |
| 15 | 10 | 861 | 2 | 18 | 6 | 930 | 11 | 21 | 2 | 995 | 9 |
| 15 | 11 | 863 | 5 | 18 | 7 | 933 | 0 | 21 | 3 | 997 | 8 |
| 16 | 0 | 865 | 9 | 18 | 8 | 935 | 1 | 21 | 4 | 999 | 8 |
| 16 | 1 | 868 | 0 | 18 | 9 | 937 | 2 | 21 | 5 | 1001 | 7 |
| 16 | 2 | 870 | 3 | 18 | 10 | 939 | 2 | 21 | 6 | 1003 | 6 |
| 16 | 3 | 872 | 5 | 18 | 11 | 941 | 4 | 21 | 7 | 1005 | 6 |
| 16 | 4 | 874 | 8 | 19 | 0 | 943 | 5 | 21 | 8 | 1007 | 5 |
| 00 | 5 | 876 | 11 | 19 | 1 | 945 | 5 | 21 | 9 | 1009 | 4 |
| 16 | 6 | 879 | 2 | 19 | 2 | 947 | 6 | 21 | 10 | 1011 | 3 |
| 16 | 7 | 881 | 4 | 19 | 3 | 949 | 7 | 21 | 11 | 1013 | 3 |
| 16 | 8 | 883 | 7 | 19 | 4 | 951 | 7 | 22 | 0 | 1015 | 2 |
| 16 | 9 | 885 | 9 | 19 | 5 | 953 | 8 | 22 | 1 | 1017 | 1 |
| 16 | 10 | 888 | 0 | 19 | 6 | 955 | 9 | 22 | 2 | 1019 | 0 |
| 16 | 11 | 890 | 2 | 19 | 7 | 957 | 9 | 22 | 3 | 1020 | 11 |
| 17 | 0 | 892 | 4 | 19 | 8 | 959 | 9 | 22 | 4 | 1022 | 10 |
| 17 | 1 | 894 | 6 | 19 | 9 | 961 | 10 | 22 | 5 | 1024 | 8 |
| 17 | 1 | 896 | 9 | 19 | 10 | 963 | 16 | 22 | 6 | 1026 | 7 |
| 17 | 3 | 898 | 11 | 19 | 11 | 965 | 10 | 22 | 7 | 1028 | 6 |
| 17 | 4 | 901 | 1 | 20 | 0 | 967 | 11 | 22 | 8 | 1030 | 5 |
| 17 | 5 | 903 | 3 | 20 | 1 | 969 | 11 | 22 | 9 | 1032 | 4 |
| 17 | 6 | 905 | 5 | 20 | 2 | 971 | 11 | 22 | 10 | 1034 | 2 |
| 17 | 7 | 907 | 6 | 20 | 3 | 973 | 11 | 22 | 11 | 1036 | 1 |
| 17 | 8 | 909 | 8 | 20 | 4 | 975 | 11 | 3 | 0 | 1037 | 11 |

| *Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | | *Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | | *Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.* | | *Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Piedi.** | **Once** | **Piedi** | **Once** | **Piedi.** | **Once** | **Piedi.** | **Once** | **Piedi** | **Once** | **Piedi.** | **Once** |
| 23 | 1 | 1039 | 10 | 25 | 5 | 1091 | 1 | 27 | 9 | 1140 | 1 |
| 23 | 2 | 1041 | 8 | 25 | 6 | 1092 | 10 | 27 | 10 | 1141 | 10 |
| 23 | 3 | 1043 | 7 | 25 | 7 | 1094 | 8 | 27 | 11 | 1143 | 3 |
| 23 | 4 | 1045 | 5 | 25 | 8 | 1096 | 6 | 28 | 0 | 1145 | 6 |
| 23 | 5 | 1047 | 4 | 25 | 9 | 1098 | 3 | 28 | 1 | 1146 | 11 |
| 23 | 6 | 1049 | 2 | 25 | 10 | 1100 | 0 | 28 | 2 | 1148 | 7 |
| 23 | 7 | 1051 | 0 | 25 | 11 | 1101 | 10 | 28 | 3 | 1150 | 4 |
| 23 | 8 | 1052 | 11 | 26 | 0 | 1103 | 7 | 28 | 4 | 1152 | 0 |
| 23 | 9 | 1054 | 9 | 26 | 1 | 1105 | 4 | 28 | 5 | 1153 | 9 |
| 23 | 10 | 1056 | 7 | 26 | 2 | 1107 | 1 | 28 | 6 | 1155 | 5 |
| 23 | 11 | 1058 | 5 | 26 | 3 | 1108 | 10 | 28 | 7 | 1157 | 1 |
| 24 | 0 | 1060 | 3 | 26 | 4 | 1110 | 7 | 28 | 8 | 1158 | 9 |
| 24 | 1 | 1062 | 1 | 26 | 5 | 1112 | 5 | 28 | 9 | 1160 | 6 |
| 24 | 2 | 1063 | 11 | 26 | 6 | 1114 | 2 | 28 | 10 | 1162 | 2 |
| 24 | 3 | 1065 | 9 | 26 | 7 | 1115 | 11 | 28 | 11 | 1163 | 10 |
| 24 | 4 | 1067 | 7 | 26 | 8 | 1117 | 8 | 29 | 0 | 1165 | 6 |
| 24 | 5 | 1069 | 5 | 26 | 9 | 1119 | 4 | 29 | 1 | 1167 | 2 |
| 24 | 6 | 1071 | 3 | 26 | 10 | 1121 | 1 | 29 | 2 | 1168 | 10 |
| 24 | 7 | 1073 | 1 | 26 | 11 | 1122 | 10 | 29 | 3 | 1170 | 6 |
| 24 | 8 | 1074 | 11 | 27 | 0 | 1124 | 7 | 29 | 4 | 1172 | 2 |
| 24 | 9 | 1076 | 9 | 27 | 1 | 1126 | 4 | 29 | 5 | 1173 | 10 |
| 24 | 10 | 1078 | 6 | 27 | 2 | 1128 | 1 | 29 | 6 | 1175 | 6 |
| 24 | 11 | 1080 | 4 | 27 | 3 | 1129 | 9 | 29 | 7 | 1177 | 2 |
| 25 | 0 | 1082 | 2 | 27 | 4 | 1131 | 6 | 29 | 8 | 1178 | 10 |
| 25 | 1 | 1083 | 11 | 27 | 5 | 1133 | 3 | 29 | 9 | 1180 | 6 |
| 25 | 2 | 1085 | 9 | 27 | 6 | 1134 | 11 | 29 | 10 | 1182 | 1 |
| 25 | 3 | 1087 | 6 | 27 | 7 | 1136 | 8 | 29 | 11 | 1183 | 9 |
| 25 | 4 | 1089 | 4 | 27 | 8 | 1138 | 5 | 30 | 0 | 1185 | 5 |

## APPENDICE.

Il fondamento della sopraddetta tavola si ha nella prop. 10. lib. 2. di questo trattato, e dall' esperienza seguente, di cui quivi si fece menzione, e che mentre queste cose erano sotto il torchio, cioè il dì 7. del corrente Agosto, di nuovo si rifece coll' aiuto di molti miei amici, e favorendomi della sua presenza l' illustriss. sig. conte Girolamo Bentivoglio degnissimo senatore di questa Città.

Conciossiachè piena una conserva d' acqua vi si adattò una *cannella*, quale si descrisse nella prop. 1. del lib. 2. ma che avesse la luce quadra forata in una lametta di metallo, un lato della quale era un quarto d' oncia; ed era posta in tal maniera, che il lato inferiore, ovvero la base della luce fusse e orizzontale, e sommersa sotto la più alta superficie dell' acqua piedi tre, e once undici per l' appunto; sicchè al suo centro soprastassero piedi 3. e once 10. e sette ottavi d' acqua (confondo qui il centro della figura, col centro della velocità, essendo differenti insensibilmente.) (1) Fermate in tal guisa le cose, nel tempo di 65. vibrazioni, che nel mio orivolo a molla rispondevano a un minuto d' ora, l' acqua escita dalla suddetta luce, mantenuta sempre la medesima superficie dell' acqua, sbattuto il peso del vaso, fu lib. 32. once 10., e ripetuta otto volte questa esperienza, sempre senza alcuna variazione, escì la medesima quantità d' acqua. Dipoi pesammo l' acqua contenuta in un vaso di metallo, la cui interna cavità era cubica, e il lato era d' un' oncia per l' appunto; questa pesò in una esatta bilancia un' oncia, e grani 146. cioè grani 786.

Supposte queste cose, le seguenti si fanno manifeste pel calcolo. Divise libbre 32. once 10. d' acqua, cioè once 394., ovvero grani 252160. per 786. grani, peso d' un oncia cubica d' acqua, ne vengono 320. $\frac{320}{393}$ once cubiche d' acqua uscita nel detto tempo. Laonde questa acqua ridotta in un prisma retto, la cui base sia un oncia quadra, avrà di lunghezza, o altezza once 320. $\frac{320}{393}$ e per conseguenza se s' intenda ridotta in un prisma retto, la cui base sia $\frac{1}{4}$ d' oncia, sarà sedici volte più alto, poichè il quadrato d' $\frac{1}{4}$ d' oncia è subsestidecuplo del quadrato d' un' oncia. Adunque sarà l' altezza del secondo prisma once 5133. $\frac{11}{393}$ cioè piedi 427. once 9. $\frac{11}{393}$ che sarà la velocità

(1) La velocità che il Guglielmini ritrova colla esperienza qui notata, è molto mancante, ed è quasi la metà della competente all' altezza di piedi 4. once 10. $\frac{7}{8}$, come si disse nell' annot. allo scolio della prop. 1. del lib. 2. Quindi è, che anco la tavola calcolata dall' autore riesce mancante, e le velocità date da essa son molto minori del giusto. Si darà altrove una tavola esatta, calcolata sopra le più recenti, e precise osservazioni.

media, e lo spazio dovuto alla velocità dell' acqua sotto l' altezza di piedi 3. once 10. $\frac{7}{8}$. Se adunque si faccia come once 46. $\frac{7}{18}$ a once 47. così il quadrato d' once 5133. $\frac{11}{393}$, cioè 26347976. al quadrato 26418237. la sua radice d' once 5140. ovvero piedi 428. once 4. sarà lo spazio dovuto alla velocità sotto l' altezza dell' acqua once 47. ovvero piedi 3. once 11. Nel medesimo modo l' altre velocità per tutte l' altezze espresse nella tavola si trovarono per mezzo di questa sperienza.

Se uno non si fida di questa nostra osservazione, che è la radice di tutta la tavola, o dubiti esser diversa la prontezza, e la fluidità al moto di questa, o di quell' acqua, siccome è diverso il peso, potrà ripetere l' esperienze, e fare la tavola più esatta, e proporzionata a misurare la fluidità della sua acqua, in cui però schiferà il lungo tedio del calculare, e particolarmente in estrarre le radici quadrate, essendochè dalla nostra tavola possa ciascuno mutare per la sola regola delle proporzioni gli spazi dovuti alle velocità secondo la propria esperienza. A noi frattanto servirà l' avere accennato il modo, col quale si possono far manifesti questi spazi, e d' avere dalle nostre esperienze formatane la tavola, che noi non abbiamo tirata avanti oltre la profondità di piedi 30. perchè di rado i fiumi passano questa altezza, almeno nella nostra Europa; anzi se si debba aggiungere la sola velocità alla velocità del centro; potrà servire ne' canali orizzontali, e in quelli che sono ad essi somiglianti fino all' altezza di piedi 67. $\frac{1}{2}$ d' acqua.

L' uso adunque della tavola è questo. Ogni volta che si cerca lo spazio dovuto alla velocità, si trovi l' altezza dell' acqua nella colonna sinistra, e nella colonna addirimpetto si vedrà lo spazio che l' acqua scorrerà nello spazio d' un minuto d' ora, di cui uno si debbe servire, come sopra si disse in vari luoghi, e particolarmente nella regola generale.

E se non si trova l' altezza precisa dell' acqua senza errore sensibile, si debbe trovare la parte proporzionale competente all' eccessso, o al mancamento per la regola delle proporzioni, e deesi sommare, o sottrarre dal maggiore, o dal minore spazio trovato nella tavola secondo che l' altezza ritrovata supera quella della tavola, o di essa è minore, come si suol fare nella tavola de' seni, e in altre simili.

Per far manifesto tutto ciò coll' esempio, aggiungeremo tre di questi tali, che potranno essere in luogo di precetti, siccome gli distinguemmo in precetti: il primo in un canale inclinato: il secondo in un canale orizzontale, l' uno, e l' altro secondochè richieggono l' apportate dimostrazioni: e il terzo, secondo il metodo della regola generale, acciocchè in tutti i casi si vegga chiaro l' uso della tavola, e la nostra pratica di misurar l' acque.

## ESEMPIO I.

### *Nel canale inclinato.*

Sia il canale inclinato AB (*fig.* 17.) la cui acqua si debba misurare nella sezione B, e sia l' altezza del acqua BC, dieci piedi, la larghezza della sezione piedi 50. e la velocità di B a C come 4. a 1.

I. Si trovi l' altezza dell' asse BD, cioè fatti i quadrati delle velocità 4. e 1. cioè 16. e 1. e trovata la loro differenza 15. si faccia come 15. al quadrato della minor velocità 1. così dieci a $\frac{2}{3}$; sarà DC $\frac{2}{3}$ di piede, ovvero once 8., e tutta la BD piedi dieci, once otto.

II. Si trovi il complesso delle velocità, cioè lo spazio parabolico BCHE, moltiplicando BD di piedi 10. e once 8., cioè once 128. con $\frac{2}{3}$ della velocità BE 4. (ovvero colla misura de' piedi, once 48.) cioè once 32., verrà il prodotto 4096.; similmente si moltiplichi $\frac{2}{3}$ della velocità CF di piedi 1. ovvero once 8. in DC once 8., e il prodotto 64. si sottragga da 4096.; sarà la differenza 4032. lo spazio parabolico BCHE.

III. Si trovi la velocità media KG, dividendo lo spazio BCHE 4032. per l' altezza BC di piedi 10. cioè once 120.; e il quoziente once 33. $\frac{3}{5}$, ovvero astrattamente piedi 2. e $\frac{4}{5}$, sarà la velocità media ricercata.

IV. Si trovi l' asse DK facendo come il quadrato della velocità massima BE 4. cioè 16. al quadrato della velocità media trovata ultimamente 2. $\frac{4}{5}$, cioè 7. $\frac{21}{25}$, così tutto l' asse BD di piedi 10. once 8. alla proporzione dell' asse DK di piedi 5. once 2. $\frac{18}{25}$; sarà K centro della velocità.

V. Si trovi KH (*fig.* 19.) altezza dell' acqua sopra il centro della velocità, o piuttosto la scesa perpendicolare del medesimo centro K, ovvero H, risolvendo il triangolo rettangolo KDH, in cui l' ipotenusa DH è piedi 5. once 2. $\frac{18}{25}$, e l' angolo dell' inclinazione DHK si suppone v. g. gradi 2., e ne verrà il lato ricercato KH piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$:

VI. Si vada alla tavola degli spazi posta sopra ec., e si trovi lo spazio dovuto alla velocità dell' altezza di piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$; e perchè per l' altezza di piedi 5. once 2. lo spazio è piedi 491. once 11. e per piedi 5. once 3. piedi 495. once 11. la differenza sarà piedi 4. e la parte proporzionale per $\frac{53261}{78125}$ sarà piedi 2. once 8. che aggiunti a piedi 491. once 11. saranno la somma di piedi 494. once 7. $\frac{56528}{78125}$, che sarà lo spazio dovuto alla velocità sotto l' altezza, o scesa di piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$.

VII. Si faccia l' area della sezione moltiplicando l' altezza di piedi 10. nella larghezza di piedi 50. che farà 500. piedi quadri.

VIII. Finalmente si multiplichi quest'area con piedi 494. once 7. $\frac{36528}{78125}$, e il prodotto 247321. sarà il numero de' piedi cubici dell'acqua, che passano per la data sezione in un minuto di tempo.

ESEMPIO II.

*In un canale puramente orizzontale.*

Il calcolo della misura dell'acque correnti in un canale puramente orizzontale è facilissimo, come quello che mostra pianamente l'invenzione del centro della velocità, e dell'altezza dell'acqua sopra esso, intorno alle quali due cose, come intorno a due poli, si raggira la misura dell'acque. Tuttavia per dar un esempio, e i precetti anco di questa misura, supporremo i seguenti dati.

Riferisce l'eruditissimo Gio. Botero nella relazione, che ei fa del mare, inserita ne' suoi opuscoli, cercando quanta acqua scarichi nel mar maggiore nello spazio d'un anno il Danubio, riferisce dico, che la sua massima larghezza s'estende a un miglio, o secondo la misura bolognese, a piedi 5000. e che ha di profondità 8. o 10. braccia (ponghiamo secondo la medietà aritmetica braccia 9. che ridotte alla medesima misura son 15. piedi), e di velocità almeno tre miglia all'ora. Dal che conclude, che in un anno scarica in mare un prisma d'acqua, la cui base è l'area della sezione, e la larghezza 26352 miglia, ovvero se ponghiamo 9. braccia d'altezza, come sopra, corrispondente a piedi 15. sicchè l'area della sezione sia piedi 75000. perchè la lunghezza delle dette miglia 26352. è piedi 131760000. si troverà l'acqua d'un anno esser piedi cubici 9882000000000. Veggiamo adunque se il calcolo del Botero corrisponda al seguente, fatto giusta il nostro metodo dimostrato di sopra.

Supponghiamo, che il Danubio abbia la sua massima larghezza non lungi dal mare, e per conseguenza, per lo suo lunghissimo corso, in sito orizzontale, o quasi orizzontale; talchè la declività dell'alveo, se pur v'è, non impedisca, che e' non si possa pigliare orizzontale, e da' sopraddetti dati.

I. Si trovi il centro della velocità, pigliando cioè $\frac{4}{9}$ de' piedi 15. e saranno piedi 6. $\frac{2}{3}$, ovvero piedi 6. once 8. e altrettanto sarà sommerso il centro della velocità L (*fig.* 28.) sotto la superficie dell'acqua.

II. Si trovi nella tavola degli spazi, ec. all'altezza di piedi 6. once 8. lo spazio dovuto alla velocità, che sarà piedi 558. once 10.

III. Si faccia l'area della sezione multiplicando DE di piedi 5000. con DC di piedi 15. d'altezza, e ne verranno piedi 75000.

IV. Quest'area si multiplichi con piedi 558. once 10., e ne verrà

41912500. **numero di piedi cubici, che scorrono nel Danubio in un** minuto d'ora.

*Se il detto numero* 41912500. *si moltiplica per* 60. *minuti, di cui si compone un' ora, ne verranno* 2514750000. *e se di nuovo questo si multiplichi per ore* 24. *d'un giorno, ne risultano piedi cubici* 60354000000. *e se questi di nuovo si multiplichino per* 365. *giorni dell' anno (come appresso il Botero), ne verranno piedi cubici d'acqua* 22089564000000. *scaricati dal Danubio nel mare in un anno; il doppio più, di quello che ne raccoglie il Botero, considerata la sola velocità della superficie.*

### ESEMPIO III.

*In qualunque canale giusta il metodo della regola generale del lib. IV.*

Sia qualunque canale orizzontale, o inclinato, la cui acqua corrente per una sezione proporzionata si debba misurare.

Adattate tutte le cose, che dicemmo nella regola generale esser necessarie a questa operazione, e calata la cateratta sotto la superficie dell'acqua, dopo che l'acqua avrà acquistata l'altezza permanente, si supponga la profondità dell'acqua osservata dalla superficie al fondo del regolatore essere piedi 10. e dal fondo del regolatore alla prima parte della cateratta piedi 8. once 4., la larghezza della sezione piedi 20. e l'inclinazione del canale gradi 5. sopra i quali fondamenti.

I. Si trovi la proporzione delle velocità del fondo, e della superficie, cioè di B, ed F (*fig.* 36.) cioè supponendo, che la velocità BH sia 9., per la regola delle proporzioni si faccia, come KB distanza della superficie dell'acqua dal fondo del regolatore di piedi 10., ovvero once 120. ad FB, distanza del fondo del regolatore dalla ima parte della cateratta di piedi 8. once 4. ovvero once 100. così il quadrato della velocità del fondo 6. cioè 36. al quadrato della velocità della superficie 30. la cui radice 5. $\frac{1}{2}$; e sarà la proporzione dell'una, e dell'altra velocità BH, FI quella di 6. a 5. $\frac{1}{2}$.

II. Si trovi il complesso delle velocità dell'acqua corrente sotto la cateratta per la sezione, o per la luce EB, ovvero lo spazio parabolico BFIH, moltiplicando $\frac{2}{3}$ della massima velocità BH 6. cioè 4. coll'altezza BK d'once 120. e sarà il prodotto 480. l'area della parabola BKH, e similmente multiplicando $\frac{2}{3}$ della velocità KF 5. $\frac{1}{2}$ cioè 3. $\frac{2}{3}$ coll'altezza FB di once 20. e il prodotto 73. $\frac{1}{3}$ sarà l'area della parabola KFI, la differenza delle quali parabole 406. $\frac{2}{3}$ sarà lo spazio parabolico BFIH, che si cercava.

III. Questo spazio parabolico trovato 406. $\frac{2}{3}$ si divida per BF d'once 100. e ne verrà il quoziente 4. $\frac{1}{15}$ per la velocità media MN.

IV. Per trovare il centro della velocità si faccia come il quadrato della massima velocità BH, cioè 36. al quadrato della velocità me lia MN trovata in ultimo luogo 16. $\frac{121}{225}$, così l'asse KB d'once 120 alla porzione dell'asse, o all'altezza KM d'once 55. $\frac{17}{135}$ ovvero di piedi 4. once 7. $\frac{17}{135}$ luogo, ovvero centro della velocità media M, tanto appunto sommerso sotto la superficie dell'acqua.

Se il canale sia orizontale, ovvero se la sponda del regolatore sia perpendicolare, e al piano del fondo del canale, e insieme all'orizzontale, si dee tosto passare al sesto precetto, e servirsi dell'altezza predetta per trovare nella tavola lo spazio, ec.; ma se sia inclinato;

Conciossiachè si suppone l'angolo dell'inclinazione del canale gradi 5. si trovi l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità, risolvendo il triangolo KHD (*fig.* 19.) in cui è data l'ipotenusa H D di piedi 4. once 7. $\frac{17}{135}$, e oltre l'angolo retto in K, anco l'angolo H di gr. 5. e ne verrà il lato KH di piedi 4. once 6. $\frac{6182299}{6750000}$, ovvero l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità.

VI. Nella tavola degli spazi, ec. si trovi lo spazio dovuto alla velocità, secondo la trovata altezza di piedi 4, e once 6. $\frac{6182299}{6750000}$, che aggiunta la parte proporzionale, sarà piedi 462. once 11. $\frac{4797249}{6750000}$.

VII. Si faccia l'area della sezione di piedi 166. $\frac{2}{3}$.

VIII. E in fine si multiplichi l'area della sezione 166. $\frac{2}{3}$ collo spazio, ec. ritrovato di piedi 462. once 11. $\frac{4797249}{6750000}$, e il prodotto 77162. once 421. mostrerà il numero de' piedi cubici d'acqua, che scorrono pel dato canale nel detto tempo di un minuto.

# SCRITTURE

*DI*

## DOMENICO GUGLIELMINI

SOPRA VARI PROGETTI FATTI

## PER LA DIVERSIONE DEL RENO

ORDINATE, E CORREDATE DI TITOLI, ED AVVERTIMENTI

*DA*

EUSTACHIO MANFREDI

# AVVERTIMENTO

## INTORNO ALLE SEGUENTI SCRITTURE DEL GUGLIELMINI.

*L' anno 1693. avendo il Sommo Pontefice Innocenzo XII. commesso a' due Cardinali Dadda, e Barberino il grande affare della buonificazione delle tre provincie di Bologna, Ferrara, e Romagna, inondate dall' acque, e specialmente da quelle del Reno, da poichè questo torrente, insieme con gli altri inferiori, per ordine provvisionale di Papa Clemente VIII. era stato fin dell' anno 1604. divertito dal Po di Ferrara, e gettato nella valle Sanmartina, d' onde si era poi inoltrato a ringorgare non pure per le altre valli, che i Ferraresi chiamano Traspadane, le quali fiancheggiano alla destra il Po di Primaro fino al mare, ma a sommergere gran quantità di terreni colti, adiacenti alle medesime; i due Cardinali predetti, dopo una lunga, ed accurata visita de' luoghi, vollero sentire dalle parti interessate quali rimedi ciascuna di loro proponesse per la comune utilità; e quindi riducendo tutti i loro progetti a certi capi, suddivisero la considerazione di ciascuno in diversi articoli, sopra ognuno de' quali ascoltarono in voce, e si fecero anco esibire in iscritto le ragioni, le obiezioni, le risposte, e le repliche delle medesime parti, ne' congressi che tennero sopra ciò per lo spazio de' tre mesi di Luglio, Agosto, e Settembre del medesimo anno, in seguito di che concepirono, e presentarono a Sua Santità la loro relazione, o voto, che si può leggere nel seguito della presente raccolta.*

*Il Guglielmini che per parte di Bologna era intervenuto alla detta visita, e agli accennati congressi, fu quegli, che in tale occasione stese tutte le scritture che occorsero, nelle quali sostenne, ad esclusione degli altri progetti, l' introduzione del Reno nel Po grande, riputata da lui, non meno che dal suo antecessore Gio. Domenico Cassini, l' ottimo, anzi l' unico reale rimedio a tanti danni, e che poi restò approvata nel detto voto de' due Cardinali. Quindi è che le scritture da lui stese in tale occasione sono di due sorte. Alcune contengono il suo parere sopra ciascuno de' rimedi, che si divisavano, e queste benchè talvolta presuppongano altre scritture di chi era di diverso sentimento, non sono tuttavia risponsive a ciascun capo di*

*esse, e si ponno ottimamente intendere senza aver lette quell' altre, e perciò si riferiranno tutte nella presente raccolta, la quale con ciò sarà molto più copiosa che nella prima edizione. Altre poi sono risponsive a capo per capo agli scritti degli avversari, ma comecchè ancor queste sieno degne del loro autore, ma abbiamo giudicato opportuno metterle qui per distesa, ma ci siamo contentati di dare gli estratti delle principali fra esse, ommettendone alcune poche di minore importanza, e tralasciando di citare i paragrafi delle scritture, alle quali di mano in mano si risponde (i quali si erano citati nella prima edizione) come cosa che riuscirebbe affatto inutile, quando non si mettesse tutto il contesto di queste, il che avrebbe accresciuto il volume a più doppi, senza accrescer però a proporzione l' utilità di una tal lettura.*

*Sopra lo stesso argomento dell' acque bolognesi diede egli eziandio a' medesimi tempi alcune altre scritture, che non vanno colla serie di quelle, che si esibirono ne' contradittorj, e queste ancora si sono aggiunte, accennando ne' titoli le occasioni nelle quali furono fatte.*

*Le proposizioni che si esaminarono, per lo recapito del Reno furono dai due Cardinali ridotte a questi cinque progetti, cioè: della linea del Po grande, della linea del Trebbo allo sbocco del fiume Savio, della linea del Po di Primaro, di quella del Po di Volano, e di quella di Valle in Valle, e perciò saranno queste da noi riportate ciascuna sotto il suo capo col dovuto ordine, il che per non essere stato fatto nella prima edizione cagionava nei lettori non poca oscurità. Gli articoli poi di ciascun capo, sopra i quali versano le scritture, appariranno dai titoli delle medesime.*

## SCRITTURA PRIMA GENERALE

### SOPRA LA NECESSITÀ DI RIMUOVERE IL RENO DALLE VALLI.

I danni che patisce il territorio di Bologna dal corso sregolato de' fiumi, ocularmente si manifestano, come apparisce dalla visita sin ora fatta. Quelli che o si faranno maggiori, o nuovamente emergeranno, appariscono dall' osservazione d' alcune regole, che inviolabilmente osservano tutti i fiumi nel portare che fanno le loro acque al mare, particolarmente quando son torbide.

La prima di queste regole si è di formare dal sito, dove lasciano la ghiaia, ed arena grossa una linea retta sino al suo sbocco, la quale ne' fiumi stabili, e rassettati di corso, perfettissima si osserva nella superficie dell' acqua corrente, abbenchè qualche poco diversifichi nel fondo dell' alveo, a cagione de' *gorghi*, e *dossi*, che per cause accidentarie vi *si formano*, siccome anco dall' aumento di acque tributarie viene qualche poco alterata la rettitudine della linea asserita, supplendo in vece della pendenza la maggiore altezza del corpo dell' acqua che ne risulta.

La seconda è, che per portare la torbida al mare hanno di bisogno i fiumi temporanei di una certa pendenza, ed altezza di corpo d' acqua, senza l' una, e l' altra delle quali, la depongono per istrada fino a formarsi quella caduta, che hanno di bisogno per scorrere senza intoppi; e questa linea si chiama linea cadente del fiume.

La caduta necessaria a portar via le torbide, si calcola da' periti, ne' torrenti della natura dei nostri, essere once 15. per miglio.

La terza regola è, che portandosi simili torbide per valli, o lagune, vanno a poco a poco, colle deposizioni laterali formandosi le sponde, ed alzandole maggiormente quanto più durano a correre senza riparo artificiale, e nel formarsi la sponda medesima vanno prolungando la loro linea, e per conseguenza si rendono bisognosi di maggior caduta per arrivare al suo termine, e da ciò ne nasce l' interrimento degli alvei de' torrenti, come apparisce dalle misure, ed osservazioni fatte nella visita circa li fiumi Lamone, e Santerno, e si farà costare di quelli di Reno, Savena, e Idice.

Correndo dunque il Reno dentro le valli di Marrara ha di già prolungata la linea da 14. miglia in circa, che vuol dire accresciuta d' un terzo per lo meno la lunghezza della propria cadente, ed essendo prolungata nelle valli di Marrara, il cui pelo d' acqua era orizzontale, certa cosa è, che a cagione del prolungamento, viene anco ad essere

accresciuta la necessaria caduta, che il fiume s'è acquistata da se colle deposizioni, ed alzamento del proprio letto, conseguentemente è stato necessario alzar gli argini molti piedi, ed assoggettarsi con ciò a maggiori pericoli di rotte, non solo per l'elevazione degli argini, ma anco per l'alzamento del fondo. Dal che anche ne derivano le sorgive copiose, che patiscono li terreni laterali.

La caduta delle valli di Marrara al mare è stata calcolata dall' Aleotti piedi 15. once 7. m. 7. alle quali aggiungendo piedi 2. per l' alzamento dell' acqua delle valli di Marrara seguito dall' ora in quà, somma piedi 17. 7. 7. Diciamo per abbondare piedi 25., e consideriamo se questa caduta corrisponde alla distanza che v'è dallo sbocco presente di Reno alla Lama delle Bilacque sino al mare. Questa non è per certo minore di miglia 40. alle quali volendo attribuire le once 15. di pendenza per miglio, per fare, che possano correre le torbide al mare senza deposizione, sarebbe la caduta necessaria piedi 50., adunque sarebbe difettosa la caduta presente di piedi 25. la quale dovrebbe ripararsi con altrettanto rialzamento di fondo nel Reno medesimo in detto sito.

Non molto minore dovrebbe essere l' alzamento incontro a Ferrara, e proporzionalmente si estenderebbe all' insù fino ad acquistare le once 15. di pendenza per miglio.

Se le dette once 15. paressero superiori al bisogno, abbenchè ciò sia contro il sentimento de' migliori periti dell' acque, supponghiamo anche per abbondare, che sieno necessarie solo once 10. troveremo necessaria la caduta pel Reno dalle Bilacque al mare piedi 33. once 4. maggiore di quella, che vi si suppone di piedi 8. once 3.

Dal che apparisce quanto dovrebbe alzarsi il fondo di Reno dovendo andare al mare senza obbedire alla cadente d' un altro fiume maggiore di se, che li servisse di veicolo per portare le sue torbide ad un termine conveniente.

E dato anche, che la poca caduta delle Valli al mare fosse tale, che bastasse al bisogno predetto, il che è manifestamente contro la verità, esperienza, e sentimento de' medesimi Signori Ferraresi, certa cosa è, che il Reno, o da se si farà le sponde, o li saranno formati gli argini dall' industria degli uomini, il che essendo non potranno mai gli scoli del bolognese avervi esito dentro, per essere il di lui fondo presente superiore al piano della campagna, ed unendosi insieme il Reno con Savena, almeno alle Caouppate, e con maggior certezza più in su resteranno rinchiuse l' acque tutte, che scorrono per le campagne situate fra detti due fiumi, che perciò dovranno, o restare stagnanti sino che il sole l' estate le beva, oppure alzarsi tanto di corpo, che superino gli argini, o sponde, o dell' uno, o dell' altro fiume per entrarvi dentro, se non in tutto almeno in parte.

Da questo stato di cose che necessariamente dovrà succedere, può ognuno immaginarsi le desolazioni, che accaderanno alle tre provincie, cioè rispetto a quella di Bologna di spaventosissime inondazioni, che assorbiranno la maggiore, e miglior parte del suo territorio, l' infettazione dell' aria, che si renderà pestifera agli abitanti, la perdita della navigazione, che porterà seco la desolazione della città medesima per la perdita del negozio, per la carestia de' grani, ed altri frutti della terra necessari pel mantenimento degli abitatori; come anco delle sete, e canape, sul lavoro delle quali si sostenta la maggior parte del popolo, e per la mancanza degli abitatori, che anderanno a cercare paesi più salubri e più fertili.

Rispetto a Ferrara, quali danni non può ella aspettare dall' avere in faccia a se medesima un torrente furibondo, e vederlo camminare sollevato dal piano di terra 20, o 25 piedi, quando di presente paventa cotanto, avendolo nella bassezza, nella quale di presente si trova? Certamente succedendo rotte, che saranno irreparabili tanto dall' una, che dall' altra parte, come vorrà ella resistere all' impeto d' un fiume, che scorrerà verso di essa da tanta altezza? La perdita della navigazione, e commercio con Bologna, che vale a dire con la Toscana, e Porto di Livorno, la renderà esausta di denaro, e la Camera Apostolica resterà priva dell' entrata delle gabelle, che copiosamente ne ritrae. S' aggiunge la difficoltà; per dir meglio impossibilità di chiudere una rotta, che seguisse, non potendosi fare con terra sola, che non resiste, nè con legnami, che non potranno mai trovarsi di lunghezza sufficiente al bisogno, e quando una di queste succedesse, specialmente dalla parte di Ferrara, non sarebbe altro, che una mutazione d' alveo e una desolazione intera d' una campagna, che sta tutta orizzontale.

Rispetto poi alla Romagna, dovendosi necessariamente alzare per la suddetta ragione il fondo presente del Po di Primaro, si renderebbe questi incapace di ricevere per la sua altezza tutti gli altri fiumi, che di presente vi sgorgano, come anco di tutti gli scoli delle campagne adiacenti, ed abbenchè non tanto grandi quanto quelle de' Bolognesi, nondimeno anche in questa parte considerabilissime sarebbero le inondazioni, e dalla parte opposta del Polesine di S. Giorgio, e valli di Comacchio non sarebbero minori li pericoli delle rotture degli argini, e li danni delle sorgive, che per la maggiore elevazione del fondo del Po succederebbero, col totale esterminio della terra d' Argenta, e delle valli di Comacchio.

Molte altre ragioni potrebbero addursi in prova di questi, ed altri danni, che pur troppo si aspettano dal trattenersi il Reno imprigionato nelle valli, e senza quella direzione, che gli è stata destinata dalla natura; ma dipendendo questi dall' accennate fondamentali promesse, sarà facile a chi si sia di arguirle da se medesimo.

# SCRITTURA II.

## ESAME DEL PRIMO PROGETTO

### CIOÈ DELL' INTRODUZIONE DI RENO IN PO GRANDE.

*Benchè il sentimento de' Bolognesi fosse di non proporre alcun rimedio a' disordini del Reno, ma di rimettersi a quello, che i due Cardinali avessero stabilito, nulladimeno essendo stato ordinato da questi al Guglielmini di fare qualche progetto, come ne avevano fatto i Ferraresi, egli suggerì quello d' inviare il Reno nel Po grande, e ne specificò diverse linee colla seguente scrittura presentata a' signori Assunti d' acque di Bologna l' anno* 1692.

Essendo, che tutti li danni a destra del Po di Primaro dipendono dallo sregolato corso de' fiumi delle Provincie di Bologna, e Romagna, da Reno sino al Lamone inclusivamente, e sul medesimo anche ha fondamento il timore de' signori Ferraresi per la Città, e Fortezza di Ferrara, Polesine di S. Giorgio, e valle di Comacchio, ne viene in conseguenza, che tutto il rimedio dee consistere in dar regola, buona direzione, ed esito a' fiumi predetti, col dovuto riguardo a' mezzi, per li quali si dee fare tal regolamento, ed alla felicità e sussistenza degli stessi.

Ma perchè la maggior parte de' danni dipende dal solo Reno, essendo questo maggiore di corpo d' acqua, e superiore di sito agli altri, ed in maggiore distanza dal mare, essendo perciò necessario, che i di lui pessimi effetti si manifestino per tutto il tratto del suo corso sino allo sbocco, come resta liquidato nella visita, perciò

Gran parte del rimedio dipende dal dare esito felice al Reno, e questo non si può avere in altra maniera, che coll' unire le di lui acque col Po di Lombardia, per li seguenti motivi.

Primo, perchè ciò seguendo, se si darà un fine stabile, e per conseguenza non alzerà il proprio fondo, come fa di presente, e come generalmente fanno tutti gli altri fiumi, che non avendo esito reale prolungano di tempo in tempo la sua linea.

Secondo, perchè ha maggiore la caduta in questa parte, che in verun' altra, atteso che avendo il pelo del Po basso, e quasi nessuna pendenza per portarsi al mare viene ad avere il Reno in una breve linea, poco meno, che tutta quella caduta, che per una lunghissima ha di presente, e può avere incamminandolo per qualsisia altra a dirittura al mare, che però introdotto che fosse il Reno nel Po, non solo non alzerà di più il proprio fondo, ma inoltre si profonderà considerabilmente, sino ad inalvearsi, almeno in parte, sotto il piano delle

campagne, e renderà minore il pericolo delle rotte, e più tollerabile la spesa in mantenere gli argini, levando intieramente la necessità di doverli mai più rialzare.

Terzo, divertito il Reno dalle Valli nel Po, si lasceranno in libertà tutti gli scoli, e non si avranno più l' innodazioni sopra i terreni buoni, che formano il circondario della Valle di Marrara.

Quarto, resterebbe sollevata la Valle di Marmorta, e l' altre inferiori dal danno, che loro cagionano le Pavesane, e per conseguenza il resto degli scoli del Bolognese, Romagnola, e Romagna acquisterebbero più felice lo sfogo in esse Valli, gran parte delle quali facendo le escavazioni opportune per condurre le acque regolate nel Po di Primaro, resterebbero bonificate, e capaci d' ogni migliore coltura.

Quinto, la navigazione da Bologna a Ferrara si rimetterebbe in istato migliore, che sia mai stata, potendosi essa continuare a dirittura senza l' incomodo de' traghetti sino a Ferrara, anzi sino a Po grande, ed al mare, come più a basso si dirà.

Sesto, la spesa per fare l' inalveazione del Reno nel Po è di gran lunga minore dell' utile, che ne risulterà alle tre provincie, e facile da esigersi da i popoli senza doglianze.

Settimo, finalmente, s' invita la natura, che ha per regola di unire li fiumi minori, e temporanei, particolarmente se sono lontani dal mare, con li più grandi, reali, e perenni, guadagnando così quella felicità di corso, che non potrebbero avere, andando ognuno di essi a sboccare da se solo nel mare.

L' inalveazione del Reno nel Po di Lombardia si può fare per diverse linee considerate, ed esaminate ne' tempi addietro.

Quattro delle quali però paiono le più perfette per diversi capi, che si diranno.

La prima è quella di Monsignor Corsini, che va da Vigarano per l' alveo vecchio di Reno a Po rotto, e quindi, o per una sola linea retta, o per due, secondo che paresse più a proposito, va a terminare a Lago scuro.

Questa in tutta la sua lunghezza non è più che 8. miglia, poco più di 5. da Po rotto a Lago scuro, ed ha di caduta dal fondo di Reno corrente al pelo basso del Po piedi 22. 4. 4. come costa dalle livellazioni ultime. Passa per terreni in gran parte di poca buona qualità, piglia l' acque del Reno perfettissimamente, e le porta a sboccare nel Po a seconda del corso. Traversa però li condotti Brunello, e Cittadino, Canal Bianco, e fossa Lavezuola, i quali potrebbero recapitarsi mediante una Chiavica nel Po al Lago scuro, dove hanno sufficiente caduta, o pure farli passare con botte sotterranee al Reno, e lasciarli correre come adesso per il Polesine di Ferrara,

e l' istesso si dovrà dire del Canalino di Cento. S' accosta ancora alla città di Ferrara, ma non tanto da metterla in pericolo per la rettitudine della linea, al quale però, quando vi fusse, si contrapporrebbe il vantaggio, che gli argini di Reno formerebbono una difesa insuperabile contro le rotte di Panaro, e del Po grande, dalla Stellata fino a Lago scuro, ed in oltre potrebbero le barche grosse di Po grande avvicinarsi molto più alla città di Ferrara, e così restituire a questa la tanto sospirata navigazione.

La seconda linea è quella altre volte risoluta nelli Brevi de' Sommi Pontefici Gregorio XV., ed Urbano VIII. detta del sig. Cardinale Capponi, e detta di Monsignor Corsini.

Parte questa dalla Botta de' Signori Ghislieri a Mirabello, portandosi per linea retta al Bondeno, e di quì a Gambarone, levando con nuovo taglio alcune rivolte di Panaro, in maniera, che dal Bondeno sino alla Stellata camminassero questi due fiumi uniti al Po grande. La sua lunghezza dalla Botta predetta alla Stellata è di miglia 10. ma quella del taglio, che si dovrebbe fare solo di miglia sette, e la cui caduta dal fondo di Reno alla soglia della Chiavica Pilastrese, altre volte nella visita di Monsignor Corsini fu trovata di piedi 16. 8. 6. Li vantaggi sono allontanare dalla città di Ferrara il Reno in maniera; da levarli ogni piccolo sospetto. Condurre il Reno a quel termine che da se medesimo avrebbe trovato se non fosse stato divertito nella Sanmartina, essendo notorio, che prima di detta diversione, il Reno correva all' insù ad unirsi col Panaro. Si escaverebbe maggiormente il suo fondo, sì per la maggiore caduta, sì per l' unione assieme dell' acque de' due fiumi, che s' aprirebbero maggiore, e più profondo il suo sbocco nel Po.

Lascia tutti gli scoli del Polesine di Ferrara, e abbenchè traversi quelli della Schiavona di S. Bianca, di Burana, ed il canalino di Cento, quelli nulladimeno potrebbero voltarsi a Panaro in altro luogo, e questo ricevere in Reno, o in Panaro, o farlo passare per botte sotterranea il Reno.

La terza linea, che fu considerata al tempo della visita Borromea, comincia dalla detta Botta di Mirabello, e voltando precisamente a settentrione, seguita per linea retta sino alla Chiesa di Salvatonica, nel qual luogo pigliando a destra, va a terminare mezzo miglio in circa sopra l' osteria di Palantone.

La lunghezza di questa linea è di miglia 9. e secondo le misure, che stanno registrate in detta visita Borromea, ha di caduta sul pelo basso del Po piedi 23. passa per terreni in gran parte incolti, e privi di scolo. Non interseca condotto alcuno considerabile, ma il solo Canalino di Cento, e qualche poco nelle parti superiori il Condotto Cittadino. Questo però si potrebbe voltare in Po sopra il pelo

basso, del quale ha piedi 4. di caduta, ed a quello si provvederebbe come s'è detto di sopra.

La quarta linea, che si crede forse soggetta a minori opposizioni, parte dalla predetta Botta de' signori Ghisileri a Mirabello, e come l'antecedente camminando a settentrione sino al Po di Ferrara, piega per l'alveo di questo, sino poco sotto il Bondeno, dove entra in Panaro all'intestatura, e quindi per un taglio dritto da farsi al lungo dell'alveo corrente di Panaro, proseguisce sino di sotto all'ultime rivolte dello stesso, raddrizzando il corso dell'uno, e l'altro de' fiumi predetti sino alla Stellata, dove si potrebbe accomodare loro lo sbocco.

La lunghezza di questa linea dalla Botta de' Ghislieri sino al Po di Ferrara è di 4. miglia in circa, e meno di due sarebbe il taglio da farsi per levare le rivolte di Panaro, non occorrendo altro a perfezionarle, che fare qualche piccola escavazione al Po di Ferrara, rassettare gli argini del medesimo, ed allargare il Panaro ne' siti, dove fosse giudicato necessario, e tutta la lunghezza da punto a punto è l'istessa di quella del sig. Cardinale Capponi, ma minore dell'andamento per causa de' tagli, che si propongono da Bondeno in giù; e la caduta è maggiore molto de' piedi 16. 8. 6. per l'alzamento fatto maggiore del fondo di Reno, e per la maggiore brevità della linea.

Li vantaggi di questa linea sono, che dalla Botta Ghislieri sino al Po di Ferrara, cammina per terreni di poca buona qualità, non attraversa alcun condotto di momento, e le campagne tutte a sinistra della medesima, possono comodamente tramandare le sue acque alla Chiavica di S. Bianca, restando il solo Canalino di Cento intersecato, al quale si potrebbe provvedere come sopra. Cammina per qualche tratto nell'alveo antico del Po, dove l'escavazione, e gli argini sono quasi interamente fatti; non tocca gli scoli pel Polesine di Ferrara, leva le tortuosità a Panaro, tenendosi nel sito intermedio degli argini, che però viene a levare alla città di Ferrara li pericoli delle rotte di Panaro, e verrebbe anche ad esser sollevata in gran parte da quelle del Reno, posciachè di quelle, che succedessero alla parte sinistra non avrebbe di che temere, e quelle a destra non manderebbono acqua verso la città, se non succedendo dalla Botta de' Ghislieri sino al Po di Ferrara, breve tratto, e minore di 4. miglia, e quelle, che succedessero nella parte superiore di essa Botta, sfogherebbero tutte dalla parte del Bolognese. E finalmente si lascia il comodo di fare dalle Dozze a Gambarone il taglio divisato dal sig. Cardinale Capponi.

Questa linea, come anco l'antecedente non piglia il filo dell'acqua perfettissimamente, ma non però è tanto male da poterne temere danno veruno. Si potrebbe nulladimeno perfezionare pigliando l'acqua

alla Botta di S. Carlo, detta di Lucagna a dirittura del filone dell'acqua, e portarla sul fine al unirsi dolcemente alla linea predetta, poco di sotto dal suo principio, nel qual caso basterebbe far l'argine a ponente, potendo servire per l'altro a destra, quello che ora serve alla sponda sinistra di Reno.

Quanto alla navigazione, divertito che fusse il Reno nel Po, potrebbe questa aggiustarsi in perpetuo, e con poca spesa, escavando il canal vecchio delle paradore, che va da Malalbergo al Ponte della Braglia, ed introducendovi dentro il Canal Naviglio di Bologna, che da detto sito correrebbe per l'odierna navigazione fino alla volta de' Dossi; e di qui si potrebbe per cavo manufatto condurre sino all'alveo di Reno nell'angolo del confine, e per questo intestato nella parte iuferiore sino a S. Martino, da dove con nuovo cavo sino alla Torre della fossa s'introdurrebbe nel Po di Primaro, pel quale s'arriverebbe alla punta di S. Giorgio, sfogando l'acqua, o pel Po di Volano a beneficio della navigazione di esso, o pure pel cavo del Barco nel Po grande, dove con un sostegno si potrebbe fare entrare questa navigazione nel Po medesimo, e con ciò verrebbesi ad avere una navigazione libera, e sicura da Bologna sino al mare, la quale si potrebbe accrescere d'acqua col condurvi a sboccar dentro in diversi siti tutti gli scoli, ed acque vive, che ora appartengono alla Valle del Poggio, e forse anche la Lorgana. Tutto ciò che sta anche espresso negli annessi disegni suggerisce la città di Bologna in venerazione dei reveriti comandi dell'EE. VV. pronta però sempre ad aderire a quanto sieno per risolvere, con sicurezza, ch'ellono non sapranno, che appigliarsi a que' partiti, che porteranno seco il maggior vantaggio di tutti questi popoli, che oppressi da tante miserie per cagione dell'acque, stanno pregando il cielo, che dal purgatissimo giudizio, ed autorità dell'EE. VV. venga loro apportato il tanto sospirato sollievo.

## SCRITTURA III.

### DELLA LINEA DEL PO GRANDE.

*Avendo i Ferraresi impugnata con loro risposta l'introduzione del Reno nel Po grande, il Guglielmini sostenne il suo sentimento colla seguente scrittura, che può dirsi magistrale, contenendo in epilogo tuttociò che prima o poi è stato detto di più rilevante in questa materia.*

Molte sono le opposizioni fatte nell' ultima scrittura comunicataci dall' Eminenze Vostre alla nostra proposta di recapitare il Reno nel Po grande, affine di liberare, o almeno sollevare il gran tratto

di paese situato a destra del Po d' Argenta dalle sterminate inondazioni, che per la violenza, colla quale son trattenute l' acque, continuamente lo affliggono, e le quali chi volesse persuadere all' Eminenze Vostre con rettorici artifizj, parebbe volesse derogare la fede alle oculari inspezioni, ed al testimonio de' propri sensi.

Per istabilire la realtà dell' accennato rimedio, si danno i Bolognesi nuovamente a dimostrarlo *necessario*, *giusto*, *possibile*, *innocente*, *e di effetto sicuro*, e tanto servirà per rispondere a tutti gli argomenti, ed opposizioni, che contro la di lui effettuazione sono stati fatti in ogni tempo, ed ora replicati da' signori Ferraresi, sia che realmente ne temano per troppo tenero affetto alle cose proprie, o se ne infingano per troppo poca compassione alle altrui miserie.

§. 1. La necessità di rimediare al presente sconcerto dell' acque, non è, non può, nè deve esser negata da chi ha orecchie per udire i lamenti de' popoli, ed occhi per vedere un gran tratto di paese reso inutile dal ristagno d' acque impedite di sfogo, e portate da' fiumi; ma particolarmente dal Reno in tanta abbondanza nelle Valli, termine dannoso, e temporaneo, ormai ridotte per l' incapacità del proprio seno a perdere il nome, col meritare piuttosto quello di fondi perduti per incuria degli uomini, o pure a comunicarle con dilatarsi sempre più all' insù ad occupare una gran distesa di terreno, non ha molto, fertile, ed abbondante, dal quale ne ritraeva la città di Bologna, se non l' intero, almeno parte considerabile del proprio sostentamento; perdita giustificata l' anno 1690. avanti la Sacra Congregazione dell' acque, che ora si ripete nel Tribunale dell' Eminenze Vostre, come in *Sommario num.* 1. ed in gran parte si potrà ad ogni lor cenno convincere ad evidenza dal confronto dell' osservato in questa visita col liquidato nell' altre de' Commissari Apostolici, e si potrà dedurre unicamente dal riflettere, che l' acque delle Valli di Malalbergo in oggi nelle somme escrescenze s' alzan più che al tempo della visita Corsini piedi 3. 3. 9. *Sommario num.* 2.; ma ciò è tanto evidente, che i medesimi signori Ferraresi non lo negano, anzi nel proprio territorio lo provano, e mossi dalla necessità del rimedio, stimano bene impiegata ogni spesa, benchè esorbitante, per liberare se medesimi, e gli altri da' danni, e pericoli provati, e temuti dallo sregolamento dell' acque, chiamano essi, Traspadane, come apparisce dalla moderna loro proposizione, e dai tentativi, che hanno sempre fatti di ritirare un braccio del Po grande nell' alveo di Primaro, non solo a titolo di restituire la navigazione perduta alla loro città, ma anche col pensiero, che potesse servire a scaricare con felicità le acque Bolognesi, e Romagnole.

§. 2. Se egli è vero, che la natura elegge sempre li mezzi più facili, più compendiosi, e più giusti per arrivare a' fini prescrittigli

dal di lei autore, non si può negare essere altrettanto facile, quanto giusto, che l' acque del Reno vadano ad unirsi con quelle del Po di Lombardia. In prova di che si concepiscano il Po, ed il Reno affatto privi d' argini, come sarebbe, se gli artifizj degli uomini non ve gli avessero fabbricati, e poi si giudichi a qual parte il Reno avrebbe indirizzato il suo corso. Certo non ad altro termine, che a quello che esso medesimo s' elesse, quando fu abbandonato dal corso del Po, che passava vicino alla Torre dell' Uccellino, cioè ad unirsi con Panaro poco sotto la terra del Finale, come testifica Flavio Biondo, e se ne riconoscono in oggi anche in gran parte manifestamente le vestigia, oppure al Bondeno per l' alveo di Ferrara, come faceva in acqua bassa, dopo che introdotto alla rotta di Madonna Silvia in Po rotto, cominciò a mancare al ramo di Ferrara l' abbondanza dell' acque del Po medesimo. Se adunque il Reno da se medesimo per sola disposizione di natura ha sempre tentato di unire la sua corrente a quella del Po di Lombardia, e se presentemente farebbe l' istesso, lasciato che fosse in libertà, praticandolo in occasione di rotta alla sinistra del suo corso, andando a scaricarla alla Chiavica di S. Giovanni, come più volte è succeduto, *Sommario num.* 3., chi negherà che non sia sommamente giusto il secondare le inclinazioni della natura, incamminandolo verso Panaro con regola, ed inalveazione proporzionata, oppure a dirittura nel Po grande in qualunque sito, che dall' infinita perspicacità dell' Em. V. fosse più giudicato opportuno?

§. 3. Nè è già impossibile, anzi piuttosto facile, e di poca spesa il farlo con tutte le buone regole in ognuna delle linee proposte, non ostante tutte le difficoltà, più esagerate, ed enfatiche, che vere, e reali, addotte nella scrittura, attesochè non sussiste, che la caduta di tal nuova inalveazione dovesse elevarsi sopra il piano delle campagne piedi 3, e piedi 8, come viene asserito, e si pretende provare, mediante il profilo della livellazione fatta, ed accordata da' periti delle parti, e dall' Azzoni l' anno 1660. per la linea che va a Palantone; poichè questo prova tutto il contrario, delineata che sia la linea cadente nella forma insegnata, e praticata tutto il dì da' migliori architetti d' acque, cioè regolata nel nostro caso quattro piedi almeno sotto il pelo basso del Po, e prolungata all' insù con la proporzionata acclività indicata dal genio dello stesso fiume, che dalle livellazioni ultimamente fatte dallo sbocco della Samoggia fino a Mirabello, apparisce essere oncie 13. per miglio di Bologna, poco dissimile dalla caduta di Panaro, il quale dalla Chiavica di S. Giovanni fino al suo sbocco ha di caduta piedi 5. 9. 6. in distanza di cinque miglia, *Sommario num.* 4; e perciò è assioma comune, accettato nella scuola de' periti dell' acque, doversi l' escavazioni cominciare sempre al di sotto, perchè l' acqua ne insegna la quantità, e la misura.

Ora se tal metodo si praticherà in delineare la cadente della nuova inalveazione di Reno al Po grande per qualunque linea si voglia delle proposte, si vedrà evidentemente, che il fondo di essa in nessuna parte camminerà elevato sopra il piano delle campagne; ma considerabilmente profondato non meno di Panaro medesimo, che pure esamino per campagne uniformi in elevatezza di superficie a quelle, sulle quali vengono disegnate le nostre linee; onde siccome questo in niuna parte patisce tal disastro, *Sommario num.* 5, così non si dee dubitare, che il Reno non abbia da fare il medesimo, aperta che gli sia la strada di scaricare le sue acque nel Po di Venezia. In prova di che si esibiscono all' Eminenze Vostre annessi i profili di tutte quattro le linee, dalla semplice inspezione de' quali resterà chiarita la verità delle nostre asserzioni.

L' equivoco, sul quale è fondato il detto de' signori Ferraresi, consiste in avere considerata la cadente del pelo di Reno su quello del Po, l' uno, e l' altro nello stato, nel quale furono trovati il giorno della livellazione dell' Azzoni, come linea cadente del fondo; eppure bisogna distinguere l' una dall' altra, perchè siccome la prima è instabile, *dipendente dalla varia*, e sempre instabile elevazione de' peli d' acqua, così la seconda è determinatissima, presa che sia dal suo vero principio, e non a mezzo, come ora è stato praticato.

Cessando adunque il supposto de' signori Ferraresi, che serve di premessa a tutte le altre difficoltà, e danni asseriti, cessano altresì tutte le allegate conseguenti considerazioni; poichè prima non vi vorrebbero, come si asserisce, nè li 17. nè li 23. piedi d' argine sopra il piano delle campagne, perchè si sa benissimo, che il Reno, non si eleva nelle piene più di 10. piedi in circa sopra il proprio fondo; onde a riguardo del solo Reno questi basterebbero, ed in ogni caso potrebbe prendersene regola dagli argini superiori; e rispetto al rigurgito del Po, non si nega dovessero essere più alti qualche cosa della misura predetta, ma basterebbe regolarli in maniera, che andassero a cadere su quelli del Po medesimo con la stessa proporzione di caduta, che hanno quelli di Panaro, oppure che hanno quelli di Reno nella parte superiore; e finalmente quand' anche dovessero elevarsi (il che assolutamente è falso) all' altezza predetta, non sarebbe cosa senza esempio, vedendosene de' poco meno alti nel corso presente del Reno, e nel fiume Senio, e pure sussistono, senza disperazione de' Popoli che gli hanno fatti, e mantengono a difesa de' propri beni. Secondo, si vede benissimo, che la terra per farli dovrebbe prendersi nell' alveo, senza aver forse a toccare quella della campagna adiacente che in minima parte, come costerà dalle livellazioni; e quando si dovesse valersene in buona copia, non perciò diventerebbero vallive le terre, comecchè sono le più alte del Ferrarese; e

siccome ciò non succede nelle parti inferiori adiacenti al Po grande in occasione di rinfrancare i froldi, e formare nuove coronelle, molto meno si dovrebbe temere nelle più alte, per le quali passano le linee delle diversioni. Terzo, non sussiste che le proposte inalveazioni altro non sieno, che un ristringere l' espansione del Reno, che i di lui argini fossero per essere un froldo continuo, e che si fosse in necessità di avere le ripe del fiume senza restare (frasi tutte sinonime); perchè dovendosi fare escavazione, e dovendo la linea cadente stare sotto il piano delle campagne, verrebbero senza alcun dubbio a rimanervi le sue restare, le quali poi coll' alluvioni si alzerebbero ad un' altezza proporzionata, come hanno fatto quelle di tutti gli altri fiumi; e perciò, attesa la rettitudine della linea cotanto amata, e lodata in altre occasioni da' signori Ferraresi, svanirebbe ogni sospetto di froldo, ogni corrosione di ripa, ed ogni pericolo di rotte; alla qual sicurezza moltissimo contribuirebbe il mantenere due strade al luogo delle restare, comecchè al frequente passaggio sempre più si addensa la terra, e la necessità del transito obbliga i paesani ad una continua applicazione di mantenere con proporzionati rimedi le ripe dell' alveo.

§. 4. Coltivando adunque maggiormente questa sicurezza morale, egli è certissimo, che la rettitudine degli alvei contribuisce molto alla sussistenza degli argini, ed alla felicità del corso de' fiumi. Osservisi il cavo Gavone in mezzo ai boschi, e senza alcuna assistenza, e si vedrà, che egli mantiene anco dopo trent' anni la sua primiera dirittura, non ostante sia imboccato da un froldo. Diasi un' occhiata a tutta la riviera di filo nel Po di Primaro, nè si troverà differentemente, quantunque essa sia sottoposta a molte cause accidentali, che pure potrebbero introdurvi alterazione, e poi riflettasi, s' egli è mai credibile, che una inalveazione diritta di non molto lungo tratto, ben regolata, e fatta con tutte le debite cautele, abbia da permettere, che un ingegno indifferente, e disappassionato concepisca timore di rotture, almeno a quel segno da defraudare del necessario sollievo tanta vastità di terreni, che non hanno già il solo timore, o sospetto, ma patiscono gli effetti continui, e sempre maggiori delle rotte medesime, che vuol dire l' inondazioni delle campagne, gl' interrimenti, e la perdita degli scoli de' fondi superiori. E poi non sarebbe un buon cambio per la città, fortezza, e territorio di Ferrara il liberarli dal pericolo di 13. froldi ora esistenti nell' arginature arenose di Sanmartina, che stanno in faccia, ed in poca distanza dalla città, anzi da quello di tutte le rotte, che potessero succedere a sinistra, con mettersi sotto la sicura tutela d' un argine diritto di terra buona, e non più lungo in qualcheduna delle nostre linee di tre in quattro miglia? Nè occorre obiettare in avvantaggio i rigurgiti del

Po, e li pessimi effetti, che ne possono succedere; perchè questi, qualunque sieno, o veri, o apparenti, non si diminuiranno, nè si accresceranno, provandosi in oggi nell' escrescenze del Po il rigurgito per l' alveo di Panaro sino al Finale; e seguita che fosse l' inalveazione, si farebbe per quello del Reno sin dove risentisse lo stesso equilibrio, ed essendovi il pericolo, si cambierebbe del pari il presente del Panaro, e cavamento di Foscaglia con il futuro del Reno; e non essendovi, non vi sarà nemmeno da temere cosa simile negli argini del Reno; anzi quegli stessi rimedi, che si praticarebbero in un caso, occorrendo, si dovrebbero applicare nell' altro. La verità però si è, che siccome i rigurgiti predetti del Po in Panaro non s' ha memoria, che abbiano mai cagionata nè rotta veruna, nè alcuno di quei perniciosissimi effetti, per giustificazione de' quali con soverchia confidenza son chiamate in testimonio di visita l' Eminenze Vostre, quasi che nell' ultima loro visita avessero veduto, non dirò in manifesto pericolo la terra del Bondeno, ma almeno qualche cosa di straordinario nelle ripe, o negli argini, atta a sorprendere gl' ingeni anco meno sperimentati, eppure non si vide altro, che alcuni pericoli, e non considerabili dirupamenti di ripe, cosa solita, e consueta in ogni abbassamento d' acqua di fiume, che trova le proprie sponde o a perpendicolo, o senza la dovuta pendenza; così non s' ha da temere, che gli effetti de' rigurgiti si abbiano da fare molto più grandi nel Reno all' alveo del quale si darà tanto maggiore larghezza, e per conseguenza tanto più verranno distanti le sponde dell' alveo dell' arginatura, che si faranno; nè si può addurre alcuna disparità per le piene di Reno, che si pretendono provate, mediante le fedi in sommario de' signori Ferraresi num. 4, venire replicatamente sei, o sette volte una dopo l' altra, e sino 40, o 50. volte l' anno; perchè tali fedi non possono indurre fede veruna in chi ha qualche pratica della verità del fatto, posciachè rispetto al numero asserito di esse, bisognerebbe che il Reno si gonfiasse una volta la settimana, oppure continuasse seguitamente mesi interi a non lasciarsi vedere fuori dal suo stato ordinario, cioè bassissimo, come è accaduto ultimamente ne' due mesi della dimora dell' Eminenze Vostre in Ferrara; e rispetto al replicare delle piene, bisogna dire, che o li fedefacienti non abbiano in testa le nozioni degli altri uomini circa le piene dei fiumi e secondo essi, calcolando per una piena, e singolo alzamento d' acqua, bisognerebbe asserire, che le piene del Po succedono molto più frequenti di quelle del Reno, e pure non si asseriscono venire che due, o tre volte l' anno al più; o piuttosto che le piene del Reno non sono di maggior durata di sei, o sette ore; e da ciò si deduce qual credito s' abbia da avere al gran numero delle fedi allegate contrarie in buona parte alla verità del fatto, e senza la sincerità

stimata da Monsignor Corsini al §. *La verità ec.* cotanto necessaria in queste materie.

Moralmente adunque parlando, non si dovrebbe temere di rotte, e succedendo (il che Dio non voglia), sarebbe d'uopo tollerarle in vece dell'altre del Reno, del Panaro, e in qualche nostra proposizione anche del Po grande, o piuttosto difendersene con la manutenzione dell'argine Traversagno, sfogando l'acqua per l'alveo del Po di Ferrara; come già si faceva una volta, quando si tagliava nelle piene del Po grande l'intestatura del Bondeno; nel quale stato antico di cose, non essendo mai stato necessario murare le porte della città, e fortezza per impedire l'entrata all'acqua, nè essendosi questa mai inondata, restando a porte aperte, come non fu mai quando era bagnata sin sotto le mura dalle piene maggiori del Po, molto meno si dee credere che dovesse in avvenire patire l'ultima desolazione dalle rotte del Reno, particolarmente non sussistendo, che le mura della città sieno tanto più basse degli argini del Po, e di quelli, che dovrebbero farsi al nuovo alveo; e quando lo fossero, si sa bene, che l'acque delle rotte, sparse per le campagne, non conservano quell'altezza di corpo, che è loro necessaria, ristrette che sono fra gli argini; e per conseguenza non vale l'argomento: *l'acqua d'un fiume nelle sue piene è più alta d'un altro termine: adunque succedendo rotte, lo sormonterà.*

§. 5. Cessando perciò ragionevolmente i pericoli delle rotte, e molto più quelli delle gran ruine, ed esterminj troppo iperbolicamente descritti, e senza altro fondamento, che d'un panico, ed apparente terrore asseriti, passiamo ora alla materia degli scoli, che si intersecherebbero in ognuna delle linee da noi proposte; e primieramente rispetto alla prima di Monsignor Corsini, gli scoli intersecati sarebbero i condotti Brunello, e Cittadino, il canal Bianco, e la fossa Laverzuola; ma a questi di già s'è detto nella nostra scrittura potersi provvedere in due maniere, cioè o unendoli tutti tre insieme, e facendoli passare sotto l'alveo nuovo per botte sotterranea, o pure per una chiavica a Lago scuro nel Po, sul pelo basso del quale hanno sufficiente caduta, e lo stesso si praticherebbe rispetto al *Canalino* di Cento. Nella linea, che va da Mirabello, e Palantone a detto Canalino di Cento, si provvederebbe per botte sotterranea, o ricevendolo nell'alveo nuovo; ed il condotto Cittadino, che solo s'interseca, si potrebbe voltare al Po in luogo opportuno, e con tal mezzo si provvederebbe anco al timore, che nelle rotte, le quali potessero succedere a sinistra di Reno, fosse per essere sforzata la botte sotterranea, e desolata la città.

Quando si mandasse il Reno da Mirabello al Bondeno, è vero, che s'intersecano alcuni condotti, ma col solito rimedio delle botti vi si

provvederebbe, oppure col riceverli in Reno, o mandarli a sboccare a qualche altra chiavica di quelle, che si trovano a destra del cavamento di Foscaglia.

Ma nel quarto nostro partito non si traversa scolo veruno; e quando ciò fosse, facilissimo sarebbe di mandarli tutti alla chiavica di S. Bianca, di cui si potrebbe aprire l'arco sinistro ora terrapienato per maggior felicità di sfogo, ed i terreni, che ora scolano sul pelo del Po di Ferrara, acquisterebbero sopra piedi 4. di caduta di più, *Sommario num.* 7, dovendo scolare sul pelo basso di Panaro, benefizio da non sprezzarsi, non ostante tutta la soggezione di chiaviche. Si aggiunge, che qualunque fosse lo scolo, non potrebbero lamentarsi gl'interessati, essendo che sarebbe lo stesso per l'appunto, che loro avrebbe dato la natura medesima, se il Reno per la via di Po rotto si fosse lasciato correre ad unirsi col Po grande alla Stellata. Per quello importa l'interesse del Canalino di Cento, per li benefizj, che apporta alla città, Fortezza, e Porto di Volano ec., chi non vede, che abbondantemente si supplirebbe a tutti questi bisogni con ridurre, come s'è progettato, il nostro Canale Naviglio, aumentato dell'acque di tanti scoli, sino sotto le mura di Ferrara, per valersene opportunamente?

§. 6. Non crediamo necessario di rispondere ai motivi portati per dimostrare il pregiudizio del Ducato in caso d'invasione per la separazione delle terre di Bondeno, Cento, e Stellata; perchè tali politici riflessi sono proprj del Principe Supremo; ma pure quando avessimo a discorrere sopra questa materia, non mancherebbamo di dire, che facendosi l'introduzione del Reno in Po per la nostra quarta linea, le terre del Bondeno, e Stellata resterebbero nel medesimo sistema di cose, in che ora si trovano; anzi il Bondeno potrebbe ridursi nella confluenza di due fiumi, Reno, e Panaro, e così rendersi capace d'ogni migliore fortificazione, che servirebbe per piazza di frontiera allo Stato Ecclesiastico, e di sicurezza alla Stellata per la facile comunicazione; e rispetto a Cento, quanto meglio potrebbe esso essere soccorso per la campagna aperta, e libera dalla parte destra del Reno, il quale dovrebbe passarsi solo sotto le fortificazioni di detta terra, che dalla sinistra in tanta angustia di sito, quanta è fra il Reno predetto, e Panaro? Nè gli mancherebbero aiuti dalla parte del Bolognese, e Forte Urbano, essendo certissimo, che non può essere invasa una parte del Ducato di Ferrara senza chiamare da tutto il resto dello Stato Ecclesiastico le necessarie difese. Si lascia poi mettere in bilancia, se sia più vantaggioso aprire una comunicazione assai grande per terra fra le due provincie di Bologna, e Ferrara, con togliere di mezzo il Reno, e le Valli, prendendo anche quella con Cento, oppure mantenere questa nello

stato in che si trova, e voler restar privi dell'altra, siccome non si tralascia di motivare, che i fiumi sogliono riuscire, almeno sul principio delle invasioni, più in vantaggio, che in offesa degli Stati, mantenendo le difese nelle circonferenze, e non mai restringendole nel cuore delle provincie, perchè difficultano i passi, e quando ne sono capaci, allagano le campagne, levando la sussistenza a' nemici; in manifesta prova di che si dia un' occhiata alla sfuggita alle provincie della Fiandra, ed Olanda. Più aggiugneremmo in questo particolare, se il credessimo parte nostra; ma perchè assolutamente non crediamo che sia, ci basterà d'aver sin'ora provato, che l'alveo nuovo del Reno è fattibile senza gran difficoltà, anzi senza gran spesa, non sussistendo per alcun capo il calcolo Gaetano, e senza danno veruno dello Stato di Ferrara.

§. 7. Passeremo adunque a considerare gli effetti dell'introduzione del Reno nel Po, e distingueremo le nostre riflessioni, discorrendo sopra li due capi ennunciati nella scrittura; e prima, ritrovandosi il Po in somma escrescenza, egli è confermato dall'esperienza di molti secoli, ed autenticato dal detto di tanti testimoni esaminati nella visita, *Sommario num.* 8. (al detto de' quali fa debole contrasto la fede sospetta d'un Ministro mercenario) che non mai s'incontrano le piene di Panaro, e del Reno con quelle del Po; e sanno benissimo le Eminenze Vostre, che in quest'anno estremamente piovoso niuno de' detti fiumi s'è alzato sopra il suo stato ordinario, in tempo che il Po correva gonfio quasi al segno delle sue maggiori escrescenze; e tanto basterebbe per escludere il primo capo; ma perchè si vuol camminare con tutte anche le soprabbondanti, purchè ragionevoli cautele, concedasi per cosa fisicamente possibile l'incontro delle due piene: in tal caso si oppone, che il Reno non potrà avere sfogo nel Po; ma ciò è contrario all'esperienza, perchè se v'entrano tanti altri fiumi, per qual cagione dovrà essere denegato a questo solo l'ingresso? E se entrava senza squarciare le proprie sponde, quando correva per l'alveo suo vecchio nel Po di Ferrara, perchè non potrà fare lo stesso in quello di Lombardia? Nuova cosa sarebbe in natura, che un fiume tributario fosse rigettato da un reale, mentre dall'influsso di questo esso acquista e la natura, ed il nome. V'entrerebbe adunque, e sforzerebbe le massime escrescenze, come provveduto di declivio sufficiente a dargli quel piccolo alzamento di superficie, che è necessario a' fiumi minori, per obbligare il maggiore a riceverli, senza alcuna necessità d'avere a scorrere, come s'asserisce, sopra il pelo alto del Po, essendo comune osservazione, che i fiumi si spianano sull'acque, sieno del mare, o di altri fiumi, nelle quali hanno l'ingresso, ed entrano di sotto con quella velocità, che loro viene permessa dall'ampiezza della propria sezione, e dall'impeto, o per

ragione di declivio, ò di altezza di corpo; altrimenti dovrebbe dirsi, che vicino al mare fosse necessaria l'istessa altezza d'argini, che s'osserva lontano da esso, e che quelli di Panaro fossero tanto più alti di quelli alla Stellata, quanto importa l'altezza delle piene sopra il pelo alto del Po; proposizioni l'una, e l'altra convinte per false dalla sola oculare inspezione.

Nè con maggior fondamento s'asserisce, che il Panaro faccia alzare il Po due, o tre piedi, mentre stanno in contrario i testimoni pratici esaminati giuridicamente nella visita Borromea, *Sommario num.* 9, li quali asseriscono, che l'alzamento dell'acque del Po a Lago scuro, fatto per la piena sopraggiunta di Panaro, non eccedeva mai mezzo piede, oltre altre ragioni, dimostrazioni, e calcoli, che si daranno in foglio a parte, rispondendo anche all'opposizione fatta, che l'escrescenza del Reno in Po alto non si possa difinire: che se a riguardo di tale alzamento possibile per l'incontro delle piene dovranno alzarsi gli argini del Po anche in lunghezza di 120. miglia; comecchè si stima giusto, non si ricusa di farlo a proporzione, ed a tal fine sono state da' Bolognesi dimandate, ed ottenute le misure del vivo degli argini per riconoscere ove sia il bisogno di tale operazione, stimata da' medesimi signori Ferraresi *unico, e conveniente riparo a tanti danni* da essi temuti per l'elevazione maggiore delle piene; e sarebbe altrettanto più facile l'ottenerne l'intento, quantochè, secondo la pratica, e l'asserzione fatta in quest'ultima scrittura, riesce ottimamente di sostenere *l'impeto del Po pieno con il debole riparo de' soprasoglj*, anzi con semplici arature fatte pel lungo degli argini, come s'è veduto essere stato praticato in quest'ultima piena.

§. 8. Avanzandosi alla considerazione del Po in estrema bassezza, si temono da' signori Ferraresi molti danni, che si riducono a quattro capi: cioè, primo a' dirupamenti d'argini, ed avanzamenti di froldi; secondo agl'interrimenti, che si fanno su gli scanni dell'Abate a pregiudizio degli scoli del Polesine di Ferrara; terzo, al danno delle chiaviche, che si trovano a destra, ed a sinistra del Po grande, e di Ariano; e quarto, all'alzamento di fondo, che dovrebbe farsi nell'alveo del Po medesimo. Ma se si considerano bene tali asserzioni, vedrassi chiaramente, che poco, o nulla rilevano; e primieramente in ordine al primo capo non sussiste in fatto l'esempio di Panaro, che introdotto in Po basso si porti a percuotere le ripe opposte. Nella visita Borromea si vide una piena di Panaro, e s'osservò, che la di lei torbida tenevasi tutta dalla parte destra del Po, restando per lungo tratto separata dall'acqua chiara dello stesso: *Sommario num.* 10, e nella visita presente s'è veduta l'acqua di Burana limpida, nell'introdursi che faceva in Panaro, correre tutta radente

la ripa sinistra di esso; *Sommario num.* 11. Il Bonello della Stellata è egli effetto d' uno sbocco impetuoso, o pure piuttosto d' un rallentamento di moto? mentre se non s' è cominciato, s' è almeno, secondo il detto de' signori Ferraresi, accresciuto, da che non si taglia più l' intestatura del Bondeno. La mutazione del fondo, o sia maggiore corrente ne' due rami, che abbracciano detto Bonello cambiata dalla parte di Figarolo, dove era al tempo della visita Corsini, *Sommario num.* 12, e rivoltata alla parte della Stellata, come s' è osservato nella visita presente, *Sommario num.* 13, è certo, che non può derivare da altra cagione, che dall' introduzione dell' acqua di Panaro, che escava dalla parte della sua introduzione, non dalla corrosione della ripa opposta, che non è mai succeduto, nè mai per tale occasione succederà. Or vedasi se le piene del Reno dovessero fare effetto differente, particolarmente se fosse dato sbocco bene aggiustato alla di lui introduzione, per mancanza del quale succedono dirupi di ripe, ed anche d' argini nella parte inferiore di Panaro, che cesserebbero ogni volta che si secondasse la natura de' fiumi, i quali non mai cessano di rodere le ripe della propria foce, sin tanto che non se l' hanno aperta in sito, dove trovino minore la resistenza; ed in vano suda l' arte di chi pretende mantenere ostinatamente la Coronella Riminalda, piuttosto che valersi per difesa contro l' acque del Panaro, e del Po d' uno degli argini, che in gran numero si trovano più al dentro delle campagne altre volte ghiare, e golene dell' ultimo.

Nè meno si avanzerebbero le corrosioni per l' introduzione delle piene del Reno o alla Stellata, o a Palantone, essendo troppo sottile l' argomento delle moltiplicate riflessioni de' froldi dal Bonello della Stellata alla Coronella Riminalda, e da questa al froldo delle Gaselle, essendo certo, che l' impeto nelle tortuosità si rifrange, e perciò non sarebbe maggiore, che se il Po s' alzasse a quel segno, che lo farebbe alzare la sola piena del Reno, la quale rare volte, e non mai verrebbe, che non fosse seguitata da quelle degli altri fiumi, che scendono dall' Appennino; ed essendochè i froldi patiscono nel calare delle escrescenze, il danno che ne perverrebbe, non sarebbe effetto della piena del Reno, che sarebbe già cessata, ma di quelle degli altri fiumi, che resterebbero dopo di essa; e nè più nè meno succederebbero, che se il Reno non vi avesse parte. Si rimette poi al giudizio di chi si sia il considerare, se tal riflesso, quand' anche avesse sussistenza abbia unito tanto di forza da divertire l' esecuzione d' un progetto per tanti capi utile, e necessario.

§. 9. Al secondo capo de' danni, che risultano dagl' interrimenti fatti al Po dalle spiagge del mare, e su gli scanni dell' Abate, si risponde, che gl' interrimenti si debbono considerare o per se medesimi, o in ordine agli effetti che producono. In se medesimi al certo

non sono dannosi, posciachè accrescono terra all' abitazione degli uomini, e popoli alla giurisdizione del Principe, due punti unicamente desiderabili; onde il solo danno si ristringe agli effetti, i quali non possono asserirsi, che due, cioè impedimento di scolo, e perdita, e deterioramento del Ramo, e Porto d'Ariano, o sia di Goro; e rispetto a quest' ultimo, chi considera le memorie antiche, facilmente conoscerà qual sorte di pregiudizio gli sia arrivato. Al tempo della visita Corsini volendo i periti riconoscere il Po d' Ariano, in tempo che l'acqua era alta sopra la soglia della chiavica Pilastrese once 5, essendovi entrati dentro con una Peota per il breve tratto di 25. pertiche, si ritrovarono obbligati a tornare indietro per non trovarvi che un piede d'acqua; ma in questa visita essendo il Po all' istessa altezza, sanno bene l'Eminenze Vostre, che vi si navigò per tutto il tratto con un Bucentoro ben grande, e che il minor corpo d'acqua, scandagliato ad istanza de' signori Ferraresi, fu piedi 4, *Sommario num.* 14, e non si trovò non ostante la bassezza dell' acqua impedimento al passaggio in alcuna parte. Ora chi dirà, che il ramo di Ariano sempre più s'avanzi all'annichilamento, e che il di lui porto siasi *omai interamente perduto*, quando dalla medesima visita Corsini si riscontra anche a quel tempo farsi simili richiami, *Sommario num.* 15, ora non avvalorati da deterioramento alcuno, ma piuttosto, come s'è dimostrato, sminuiti a causa o dell'introduzione del Panaro, o del lasciarsi correre da gran tempo in qua tutte le piene per lo solo Po di Venezia, o pure (che è più credibile) dall' essersi avanzato con impetuosa corrente il ramo della Donzellina a togliere di mezzo gli scanni, che una volta gl'impedivano lo sbocco? Effetti, tutti, che si farebbero e più grandi, e più solleciti, ogni volta che per l' aumento dell' acque del Reno si rendessero le cause di essi più energiche, ed efficaci?

Per accertarsi poi del deterioramento degli scoli del Polesine di Ferrara, egli è d'uopo riflettere la caduta, che essi godono nel cavo del Barco sino al pelo basso del mare. Questa fu ritrovata nella visita Corsini (1) piedi 13. o. 6. in lunghezza di circa 50. miglia, che viene ad essere per miglio once 3. 1. $\frac{14}{25}$. Ora il tratto del canal Bianco, per quanto dicono li signori Ferraresi nella loro scrittura, s'è avanzato tre miglia; e perciò essendovi in miglia 53. la medesima caduta di prima, distribuita che sia questa nella destra distanza, ne vengono once 2. 11. $\frac{16}{53}$ per miglio, con differenza di punti 2. $\frac{1}{4}$ poco meno. Se tal differenza di pendio sia l'origine del deterioramento degli scoli, o piuttosto il non tenere espurgati i condotti

(1) Visita Corsini ai 7. 8. 9. 10. e 13. Febbraio.

dall'erbe, l'impedimento delle quali toglie la velocità (1), siccome con l'atturamento del condotto si sminuisce lo scarico all'acque, o pure l'interrimento del fondo, sintoma comune di tali piccoli fiumicelli, si rimette a più sano giudizio. In ogni caso non è difficile il rimedio di voltare tutti gli scoli nel Po di Volano, dove avranno tutta quella felicità d'esito, che loro è permessa dalla natura del sito.

§. 10. Passando a' danni, che apporterebbe il Reno alle chiaviche esistenti nell'una, e l'altra ripa del Po assai esattamente indicate, con l'annoverarvi, non si sa con qual fine, anche quelle de' Ducati di Mantova, Modena, e Parma tanto superiori di sito, si riflette, che le chiaviche in due casi si tengon serrate; prima, quando si teme di rigurgito ne' condotti per causa dell'alzamento del Po; secondo, quando i condotti medesimi sono affatto senz'acqua, *Sommario num.* 16. In quest'ultimo caso egli è evidente, che il tener serrate le cateratte non arreca verun pregiudizio; ma nel primo, allora si chiudono, quando l'acqua de' condotti resta più bassa di quella del Po, per tal cagione è stato deposto da' custodi delle chiaviche doversi tenere abbassate le porte 5. 6. 8. 10. mesi dell'anno, *Sommario num.* 17; ed in tale stato qualunque piena venisse nel Reno, non accrescerebbe, nè sminuirebbe il danno, come derivato da altra cosa per innanzi esistente; dunque tutto il male viene ristretto al resto dell'anno, quando le chiaviche scorrono aperte; ma perchè le piene del Reno sono di pochissima durata, e tanto brevi, che possono replicare in un giorno, *Sommario de' signori Ferraresi num.* 4. si vede benissimo qual danno sia questo d'avere ad interrompere qualche volta lo scolo per sette, ovvero otto ore, anzi per minore spazio, se egli è vero, che l'escrescenze di Panaro, e del Reno vengono quasi sempre congiunte, col solo intervallo di cinque, o sei ore, che la piena dell'ultimo precede quella del primo, come asseriscono i paesani; ed in oltre perchè la piena del Reno non può venire da se sola, che per qualche accidentalissima cagione, e di estate rarissimi, e forse non mai verrebbero i casi, ne' quali le chiaviche dovessero chiudersi a di lei sola contemplazione, considerisi di questo argomento la forza: *le chiaviche stanno* 5. 6. 8. 10. *mesi dell'anno chiuse*, e non ostante stanno in essere i terreni, che per esse hanno *lo scolo*: *adunque* (per dire assai) *dovendo star chiuse dieci giorni di più, i medesimi terreni si perderanno;* e pure così si pretende provare nella scrittura.

Rispetto poi agl'interrimenti, che si fanno nelle piene del Po avanti le porte delle chiaviche, le quali bisogna levare con qualche

---

(1) Castelli nella scrittura sopra le paludi Pontine.

dispendio, bisogna distinguere: perchè o si farebbero dal solo Reno introdotto in Po basso, ed allora non potendosi fare tant'alti da non poter essere levati dal solo corso dell'acqua ristagnata ne' condotti, non darebbero spesa veruna, essendo notorio, che allora solo si slezzano i condotti, quando gl'interrimenti si fanno tanto alti, che l'acqua delle chiaviche non può superarli, ovvero si farebbero dalle piene del Po unite quanto si voglia a quello del Reno; ed in tal caso sarebbe la spesa eguale a quella, che si fa presentemente, e s'è fatta per lo passato, s'egli è vero ciò ch'è stato deposto nella visita *Sommario num.* 18. che gl'interrimenti si facciano in oggi poco meno alti della piena medesima.

§. 11. Finalmente per convincere, che il Po della Lombardia non è interrito, e che l'introduzione del Reno non potrà cagionarvi, o accrescervi l'alzamento, basterebbe addurre quella famosa regola generale provata così nervosamente, e diffusamente da D. Scipion da Castro, *che fiume non interrisce fiume*; nondimeno per maggiormente assodare tal verità, si osservi, che i fiumi che hanno poc'acqua, hanno ancora più caduta naturale, e profondità, e larghezza d'alveo minore, e che all'accrescersi di nuove acque, s'accresce altresì e l'una e l'altra, ma per lo contrario si diminuisce la caduta. Su questa regola, che si riscontra di eterna verità in tutti i fiumi del mondo, che hanno fondo, e sponde possibili a corrodersi da corso d'acqua, s'appoggia la ragione della gran profondità, e larghezza del Po di Lombardia, e dalla medesima ne nasce per necessaria conseguenza, che quanto più i fiumi reali si fanno maggiori col dar ricetto a maggior numero di tributarj, proporzionalmente si vanno sempre più allargando, e profondando, e non interrendo, ed elevando il fondo, come si vorrebbe far credere fosse per succedere, introdotto che fosse il Reno nel Po. A questa ragione, che pure è senza replica, non avendo più luogo la distinzione dei fiumi torbidi, e chiari, s'accorda mirabilmente l'esperienza. Dopo che Panaro fu rivoltato interamente al Po è notorio, che l'alveo di questo a Lago scuro s'è considerabilmente allargato, e lo dimostrano le rovine di qualche fabbrica, è l'esistenza de' due froldi uno a destra, e l'altro a sinistra nella medesima drittura. Il profondamento egualmente si manifesta dal confronto degli scandagli fatti nella visita di Monsignor Corsini con quelli fatti nella presente, *Sommario num.* 19. e da quanto s'è dimostrato di sopra rispetto al ramo d'Ariano. Nè leggier argomento del profondamento dell'alveo si è il vedere, che le massime escrescenze ne' tempi presenti non si elevano più tanto, come facevano ne' più antichi. Al tempo dell'Aleotti si alzavano le piene sopra il pelo basso piedi 20. $\frac{1}{2}$ di Ferrara, che sono di Bologna piedi 21. once 3; e l'ultima, veduta dall'Eminenze Vostre, che pure per

confessione di tutti è stata una delle maggiori, non s' è elevata, che piedi 18. sopra la soglia della chiavica Pilastrese, e sopra il pelo ordinario piedi 1. Anzi se il segno, mostrato all'Eminenze Vostre nel muro dell'ala destra della chiavica Pilastrese, fu fatto, come s'asserisce, per determinare l' altezza d' una delle piene passate, essendo l' ultima restata sotto detto segno piedi 1. once 7. Manifestamente si conosce quanto sempre più s'abbassano l' escrescenze, effetto del maggiore allargamento, e profondità dell'alveo.

Ciò, è tanto conosciuto da' medesimi signori Ferraresi, che in vece di elevare gli argini, come porterebbe l' elevazione asserita del fondo, piuttosto li lasciano logorare dal calpestio, trovandosi in questi tempi molto più bassi, che negli andati, come apparisce da' calcoli e confronti, che si danno in *Sommario num.* 20; ed in oltre si vedono molte soglie di chiaviche più alte del pelo basso del Po, che secondo le buone regole avrebbero dovuto farsi inferiori al medesimo; e di fatto nel fare la chiavica nuova alla Masia è stata tenuta la di lei soglia molto più bassa, che non è quella della vecchia, e lo stesso fu praticato alla Pilastrese, la moderna soglia della quale si confessa nella visita Corsini più bassa dell' antica once 19.

Ora se l' abbassamento delle soglie arguisce abbassamento del pelo basso, e questo va accompagnato dal profondamento dell' alveo bisognerà fare una necessaria conseguenza, che il fondo del Po continuamente si va arando, non già alzando, come da' signori Ferraresi viene supposto, e si pretende di provare col mezzo de' Bonelli, che si vanno accrescendo, degli interrimenti delle chiaviche, e della protrazione della linea, argomenti frivoli, e facili da ritorcersi, provando il contrario, sul fondamento che i Bonelli si corrodono nella parte superiore, che quello della guardia omai si ritrova ridotto al niente, che li froldi continuamente s' avanzano, e si fanno maggiori; dal che si dedurrebbe, che il Po si escavasse; e rispetto all' asserita protrazione della linea, quanto sia ella abbreviata dopo l' abbandono del ramo delle fornaci, basta vedere una pianta per diffinirlo; ma questi argomenti nulla rilevano per l'una, o l'altra delle opinioni, perchè l'allungamento della linea non si attende ne' canali, che camminano a forza di proprio peso, e senza sensibile declivio, quale è l'alveo del Po dalla Stellata al mare; e le corrosioni, deposizioni, e mutazioni di corso ne' fiumi sono cose altrettanto universali, che accidentali; e perciò niente influiscono nell' alzamento, ed abbassamento del fondo. Per altro poi manifestamente apparisce, che gl' interrimenti delle chiaviche non sono mezzo adattato per provare, che sieno per farsene de' simili nel fondo del Po, essendo troppo facile il rispondere, che non sono pari gli effetti dell'acque correnti, e stagnanti.

§. 12. Si è dimostrata sin' ora *la necessità, giustizia, possibilità,*

*ed innocenza* della nostra propósta, resta ora da far apparire la certezza de' benefizi, che se ne pretendono. Per lo che fare, pare a noi necessario di secondare l'andamento dell'acque del Reno, sommariamente descrivendo i danni, che cagiona per tutto il tratto del suo corso, e senza star a considerare, che il prolungamento della di lui linea dentro le valli Sanmartina, di Cognola, di Malalbergo, e di Marrara, seguito dall'anno 1604. sino al corrente 1693. ha fatto alzare il di lui fondo molti piedi, *Sommario num.* 21. e che di nuovo si scaverebbe, introducendosi nel Po, come apparisce da' profili dati in *Sommario num.* . . . si avanza a vederne gli effetti da Gallino in giù. Quivi subito da una parte si trova la ripa sinistra disarmata d'argini, e perciò nelle piene si versa gran copia d'acqua per una infinità di riazzi, anzi per un continuo svalleggiamento di più miglia nelle valli del Poggio, ed annesse; dal che ne segue l'inondazione de' terreni situati tra Reno, ed il Canale Naviglio, per non aver esse valli altro esito, che quello della navigazione presente in larghezza di soli 20. piedi, e dalla parte sinistra si trovano molti froldi a cavaliere, della città, e Fortezza di Ferrara, de' quali tanto si teme per i danni che *ne possono seguire*, e pel dispendio continuo in difenderli. Tali danni al certo non si negherà intieramente levarsi colla diversione del Reno. Arrivando poi alla Lama delle Bilacque, e siti adiacenti, si trova la navigazione da Bologna, e Ferrara intersecata, ed impedita a segno di non potersi più in alcuna maniera rimettere, senza levare la causa del di lei interrompimento, ed immediatamente l'intersecamento, ed interrimento del condotto Lorgana, dal quale ne nascono tanti danni, a' quali sono soggetti i terreni tra la Savena, ed il Canale Naviglio; ed all'uno, e l'altro egli è evidentissimo, che resterebbe interamente rimediato voltando il Reno al Po grande. Sotto la stessa ragione cadono tutti i terreni Ferraresi di qua dal Po di Primaro da Vigarano sino alle Cacupate, oltre il rendersi capaci di cultura tanti boschi, e tante valli di poco fondo adiacenti al corso presente del Reno.

I disordini dell'alveo di Savena provengono dal dosso del Penna, che ha di caduta sul pelo alto di Primaro piedi 8. 3. 8. *Sommario num.* 22. della quale, considerata quella che ha sul fondo del medesimo, questo fiume non gode di sorte alcuna, restando perciò elevato di fondo sopra il piano delle campagne piedi 8. 9. 3. *Sommario num.* 22. onde levati che fossero gl'impedimenti, tanto basterebbe per rimediare al danno di que' contorni.

È giustificato nella visita, *Sommario num.* 24. che il gurgito dell'acque del Reno si estende correndo all'insù per la Zenetta, Zena, o Fiumicello nelle valli di Diolo, e sino nelle larghe di Baguara; e questo cesserebbe con la mancanza dell'acque di esso.

Le valli di Marmorta bevono abbondantemente l'acque del Po di Primaro nelle piene di esso fatte dal Reno, e da Savena, *Sommario num.* 25. e quando non vi fosssero le prime, alle quali le seconde non hanno sensibile proporzione, si consideri di quanto si diminuirebbero le Pavesane di Marmorta; e perciò quanto renderebbesi felice l'esito agli scoli, che vi mettono dentro, e quanti terreni per tal cagione si scoprirebbero ora inondati, quanti se ne sanerebbero ora ammalati per lo deterioramento degli scoli! Quanto timore si leverebbe agli interessati nel Polesine di S. Giorgio, liberandoli dalle sorgive, che si renderebbero molto minori a cagione del minore alzamento, e più breve durata dell'escrescenze del Po di Primaro! Le stesse considerazioni s'adattano alle valli di Buon' Acquisto di Ravenna, e del Passetto, le quali liberate che fossero dalla soggezione presente di ricevere l'espansioni del Po d'Argenta, parte si ridurrebbero ad ogni più perfetta cultura, e parte si renderebbero maggiormente capaci di ricettare gli scoli di tutta la Romagnola, e di parte del Ravegnano. Considerabile sarebbe l'utile della città, e valli di Comacchio; poichè l'arginature a sinistra del Po medesimo resterebbero scariche dal grave peso dell'acque, sotto il quale con tanto pericolo, e sì lungamente gemono di presente.

Per altro non è nè desiderabile, nè fattibile asciugare tutte le valli; non il primo, perchè queste servono in vece di piccolo mare, per dare un temporaneo ricetto agli scoli, durando le piene de' fiumi; e non il secondo per la poca caduta, che hanno al mare in proporzione della distanza; e di fatto i signori Romagnoli, che intendon bene il proprio interesse, non si curano di bonificare i residui, non ostante che abbiano desiderato tal bonificazione per lo passato; e perchè ora sufficientemente l'hanno ottenuta, hanno solo in animo di liberarsi dall'espansioni, che troppo, e fuori d'ogni ragione li tormentano, come apparisce da' loro memoriali presentati all' EE. VV, e registrati nella visita a C.

Da ciò apparisce con quanta sicurezza d'esito felice fosse per farsi la remozione del Reno dalle valli, che da noi con ogni maggior fermezza si crede non essere durabile, che non l'introduzione del Reno nel Po di Lombardia per le ragioni addotte, e da addursi secondo le congiunture; e che la bonificazione, che se ne spera, sia per riuscire a proporzione del bisogno, secondo anche il sentimento dell'istesso Aleotti, che tanto disse, ed operò in benefizio del Territorio di Ferrara sua Patria.

Si conchiude, che l'introduzione del Po di Lombardia nel ramo di Ferrara quando sia possibile a farsi, non s'impedisce, nè difficulta con le nostre proposizioni, particolarmente quando dovesse cominciarsi incontro il Bonello di Ravalle, a tenore del sentimento dell'Aleotti,

come il meno difficoltoso in tal proposito; anzi piuttosto si faciliterebbono, se fosse vera alcuna delle proposizioni asserite nella scrittura de' signori Ferraresi, delle quali non vogliamo servirci, sapendo bene, che gli argomenti *ad hominem* non vincono la natura. Ci dispiace bene, che i medesimi signori Ferraresi si dolgono, che le nostre proposizioni condannino essi soli a patire, quasi che questo sia l'oggetto de' nostri pensieri, e non piuttosto il benefizio comune, che tanto ci sta nell'animo; e quando la natura, e la giustizia lo richiedessero, non devono essi essere così poco affezionati al bene degli altri, che li desiderino egualmente legati da quelle soggezioni, che in tal caso non sarebbero che proprie della natura del sito.

## SCRITTURA IV.

### DELLA LINEA DEL PO GRANDE.

*All'occasione della disamina intrapresa, era nata disputa sopra il metodo con cui si debbano delineare le linee cadenti delle nuove inalveazioni de' fiumi, il qual punto di teorica si risolve dall'Autore in questa scrittura, che può servire d'istruzione per ogni caso in cui si tratti di diversioni di fiumi solitari.*

Si risponde da' Bolognesi doversi praticare in ciò lo stesso metodo che osserva la natura in formare, o stabilire il fondo a' fiumi.

Primo, egli è certo, che gli alvei de' fiumi hanno una certa pendenza, la quale tanto è loro propria, che perdendola, immediatamente la riacquistano, colla deposizione della materia arenosa, e limosa nel fondo, ed acquistandosene, o dandosegliene di vantaggio, ben presto lasciano il superfluo coll'escavazione del fondo nelle parti superiori.

Secondo, tal pendenza non è la stessa in tutti i fiumi, ma più grande in quelli, che hanno meno acqua, e minore in quelli, che ne hanno più; così il Po ha poche once di pendenza per miglio; più assai ne ha il Reno, ed anco più ne ha la Savena, e i piccoli canaletti de' mulini ne richiedono tanta, che non possono mantenersi, se non con escavazioni continue.

Terzo, quando i fiumi hanno l'ingresso nel mare, o in altro fiume reale spianano la propria superficie su quella del mare, o fiume recipiente v. g. Sia AB (*fig.* 1. *tav.* 3.) il pelo d'un fiume che sbocchi in Po, di cui sia BC la superficie, egli è certo, che il pelo del fiume AB, va ad unirsi con quello del fiume recipiente BC, in maniera che nel punto B dell'unione, tutta la profondità del fiume influente, come BD, bisogna necessariamente che resti sotto la superficie dell'acqua BC.

Su queste tre osservazioni si appoggia il modo ricercato di delineare le linee cadenti; poichè prima bisogna stabilire l' orizzonte alla superficie BC in sito il più basso, che sia mai possibile, v. g. la somma bassezza del Po, e del mare; e la ragione è manifesta, perchè si danno tali casi, ne' quali il fiume che entra può correre grosso in tempo che l' acqua che riceve sia bassissima.

Sotto il pelo basso di questo si dee dare tanta profondità al fiume influente AB v. g. BD, quanta esso richiede per ispingere l' acque proprie nell' altro.

Si dee dipoi accertare la pendenza del fiume, che si vuole inalveare, e questo in sito dove il fiume non riceva più nuova acqua, ma abbia tutta quella che dee portare da lì in giù; ed avutane la misura giusta, dal punto D stabilito, si dee tirare una linea all' insù, che abbia tanto di pendenza, quanto l' osservazione ha mostrato esser necessaria al fiume di cui si tratta.

Ciò fatto si dice che questa sarà la cadente ricercata; perchè se ne fosse fatto un' altra, che avesse maggior pendenza, certo è per la prima osservazione, che il fondo maggiore si scaverebbe, e se l' avesse minore s' eleverebbe, non avendola dunque nè maggiore, nè minore di quello che bisogna, come che dedotta dall' osservazione del fiume istesso, resterà nello stato che se li darà, senza elevarsi, o profondarsi; adunque il fondo della nuova inalveazione si disporrà secondo la situazione di tal linea, che si chiama da' periti cadente del fondo del fiume: e restando essa sopra il piano di campagna in un profilo di livellazione ben fatta, anche il fondo del fiume farà lo stesso in fatto, siccome resterà sotto il piano della medesima ogni volta, che la cadente del profilo in tal maniera lo mostri.

Dal detto si arguisce, che il termine certo delle cadenti, e nella parte inferiore, e nello sbocco del fiume, restando il termine superiore incerto, come quello che nasce dall' intersecazione delle diverse cadenti di maggior pendenza, che s' incontrano nelle parti superiori, siasi o per diminuzione di corpo d' acqua, o per condizione di materia più grossa portata dal fiume, e perciò essere erroneo qualunque metodo riceva due termini fissi da connettersi con una linea retta, comecchè per ciò fare non si ha alcuna riflessione alla caduta, la quale pure è tanto necessaria da considerarsi, essendo osservata dalla natura con tanta esattezza.

# SCRITTURA V.

## DEL PO GRANDE.

*Proseguendosi l' esame del progetto di Reno in Po grande fu proposto l' articolo dell' intersecazione degli scoli, che il Reno avrebbe incontrati, e specialmente inviandolo per quella linea che da Mirabello va al Po di Ferrara, e quindi per l' alveo di questo al Bondeno, e sopra ciò verte la presente scrittura.*

Non vi è linea alcuna, che intersechi minore numero di scoli, e di minore momento, quanto la quarta proposta; e perciò sopra questa principalmente cade il discorso.

Prima però si supplicano l' EE. VV. a riflettere, che i fiumi hanno una priorità e di natura, e di tempo, che non hanno i condotti, o sieno scoli delle campagne. Quindi è che questi sono obbligati a seguire la condizione di quelli, ogni volta che non abbiano apertura da sfogarsi immediatamente al mare. Vano pensiere perciò sarebbe quello di chi pretendesse, avendo terreni in siti bassi, e serrati da due fiumi, ed in gran distanza dal mare, di godere uno scolo egualmente felice, che perpetuo.

Tali sono i terreni tra Reno, e Panaro, poichè questi fino all' anno 1604. sono sempre stati chiusi tra detti due fiumi, ed il Po di Ferrara, dentro il quale scolavano col mezzo di Chiaviche, anche adesso esistenti nella ripa destra del di lui alveo abbandonato, restando perciò soggetti a tenere chiuse le cateratte di esse, ed obbligati a dare ricetto all' acque piovane, ogni volta che il Po si alzava più dell' ordinario.

Da tale soggezione restarono liberati quando l' anno 1604. fu divertito Reno nella Sanmartina, non interamente però se non dopo l' anno 1639. nel quale si tralascia di tagliare l' intestatura del Bondeno nelle piene di Po, ma solo sintanto che durasse l' *interim* della diversione di Reno, quale cessando, come ora si spera, ragionevolmente, e senza reclami deve cessare la continuazione dello scolo.

A questa però si oppone la poca caduta che godono ora li predetti terreni sul fondo de' loro condotti; siasi per la gran distanza di sopra 70. miglia dal mare, oppure per l' intestatura che si mantiene attraverso il Po di Ferrara in faccia alla città, la quale cagiona, che adesso li terreni molto peggio si scolano, che non facevano nel tempo, che andavano a sboccare nel Po, ed in fatti ora si osservano in quel tratto di paese molti piccoli corpi di valle, che altre volte furono prati, e terreni buoni.

Dovendo per tanto scolare secondo la presente disposizione di cose

attesa la maggior larghezza, e profondità dell'alveo, e dello sbocco.

Terzo con li tagli proposti si leverebbero diversi froldi, che ora mettono in pericolo gli argini, ed in timore il Polesine, e città di Ferrara, e con la brevità, e rettitudine della linea si darebbe miglior corso, ed esito più felice alle piene.

Quarto, s'avrebbe più felice la navigazione tanto per Panaro verso Modena, quanto per Reno verso Bologna, almeno sino a Cento, con utile manifesto di questa terra.

Quinto con l'altro taglio proposto dal signor Cardinale Capponi non solo si migliorerebbe lo sbocco a Panaro, ma si ridurrebbe il Bondeno in buono stato di difesa.

Al secondo Articolo proposto si soddisfa col dire, che generalmente tutti i fiumi influenti acciò abbiano felicità di corso in se stessi, e non impediscano quello del recipiente, debbono avere lo sbocco quanto più si possa a seconda della corrente di questo, e la ragione si è, che i moti tanto meno s' impediscono l' un l' altro, quanto minore è l' angolo, che fanno le loro direzioni, ed esercitandosi i moti tutti verso quella parte, dove minori si fanno, o trovano le resistenze, s' equilibrano queste colle forze in tutte l'altre parti; ed allora si mantiene la direzione immutabile; v. g. se il Po corre da A in B, (*fig.* 2. *tav.* 3.) ed il Panaro v' entri dentro in B colla direzione DC, diciamo che non potrà mantenerla ogni volta, che dentro l' angolo DCB vi sia una sponda possibile a corrodersi. Posciachè la forza AC incontrando la DC ad angolo retto, obbligherà sempre la DC a mutare direzione, che sempre inclinerà alla parte B, più, o meno *secondo* la proporzione della forza AC alla DC; e se la resistenza della sponda DCB sarà minore della forza colla quale DC è rivoltata all' ingiù, dovrà essa cedere, e dirupare la ripa, e per conseguenza ridursi la corrente di Panaro in DF, la quale incontrando la AC ovvero AF con angolo minore di prima, conseguentemente viene a sminuirsi la potenza di AF, ed accostarsi più all' equilibrio colla resistenza della sponda DFB, e perchè col rendersi sempre minore l' angolo, cala la forza, e la resistenza sempre resta la stessa, verrà una volta a pareggiarsi questa con quella, come in DEB, ed allora resistendo tanto la tenacità del terreno, quanto opera la forza dell' acqua per diruparlo, cesserà ogni sconcerto, e corrosione nello sbocco.

S' accorda questa dimostrazione con quello, che s' osserva in tutti i fiumi, che hanno l' ingresso in altri, ed al sentimento universale di tutti gli Architetti dell' acque.

E da esso si conchiude, che Panaro durerà a corrodere le ripe del proprio sbocco sin tanto che se lo sarà aggiustato, e che molto meglio sarebbe in vece d' ostinarsi a voler sostenere la Coronella Riminalda, d' accomodare al detto fiume lo sbocco, ec. come s' è detto

nella nostra ultima scrittura, e come abbiamo motivato nella proposta della quarta linea, circa la quale cade ora il principal discorso.

Il terzo articolo si risolve distinguendo. Perchè o si parla di Panaro, prima che proporzionasse l'alveo del Po di Ferrara dal Bondeno alla Stellata, al corpo dell'acque proprie, e si concede esser seguito, ed alzamento di fondo, e ristringimento d'alveo, non solo perchè si sa, ciò esser seguito, ma anco perchè ciò è coerente alla natura de' fiumi torbidi, ma ciò stante non si può dire, che abbia interrito l'alveo proprio, bensì che interrendo quello di Ferrara se lo ha proporzionato senza avanzarsi in tal funzione un pelo di più, di quello portava la misura dell'acque proprie.

O pure s'intende l'articolo dopo seguito tal proporzionamento d'alveo, e si risponde non essere seguita veruna sensibile alterazione nell'alveo di Panaro, e ciò si prova.

Prima perchè non si ha alcun indizio di tale elevazione di fondo.

Secondo perchè a tenore della natura de' fiumi stabiliti quale Panaro, ciò non può, nè dee succedere, perchè supposto lo stabilimento non si trova causa veruna, che possa partorire tale effetto.

*Terzo si convince* dal confronto delle misure prese nelle visite Gaetana, Corsini, Borromea, e presente.

Nella visita Gaetana il dì 21. Settembre 1605.

Si ha il fondo di Panaro al Bondeno più alto della soglia della Pilastrese . . . . . . . . . . . . . . piedi 4. 7. 6.

La soglia della Pilastrese vecchia era più alta della nuova. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . ,, 1. 7. 0.

Adunque il fondo di Panaro era più alto della soglia della Pilastrese nuova. . . . . . . . . . . . ,, 6. 2. 6.

Nella visita Corsini 14 Gennaio 1625.

Si trovò il fondo di Panaro al Bondeno più alto nella soglia della Pilastrese nuova. . . . . . . . . . . ,, 5. 9. 6.

Adunque dal 1605. al 1625. il fondo di Panaro si sarebbe escavato . . . . . . . . . . . . . . . . ,, 0. 3. 0.

Nella visita Corsini il dì predetto.

Si trovò il fondo di Panaro più alto della soglia della Chiavica di S. Giovanni. . . . . . . . . . . . . ,, 0. 5. 0.

Nella visita Borromea 28. Ottobre 1658.

Si trovò il fondo di Panaro più basso della soglia di S. Giovanni . . . . . . . . . . . . . . . . . ,, 0. 2. 0.

Dunque dal 1625. al 1658. si sarebbe abbassato il fondo di Panaro . . . . . . . . . . . . . . . . ,, 0. 7. 0.

In altro luogo di questa visita 29. Ottobre 1658. si trova il fondo di Panaro più alto della soglia di San Giovanni . . . . . . . . . . . . . . . . . . . ,, 1. 3. 6.

Dunque il detto fondo si sarebbe alzato . . . . piedi o. 10. 6.

Nella visita ultima li 11. Maggio 1693.

S' è trovato il fondo di Panaro più alto della soglia di S. Giovanni . . . . . . . . . . . . . . . . . . . „ o. 8. o.

Paragonando questo fondo colla prima misura della visita Borromea si sarebbe elevato il fondo. . . . . . . „ o. 10. o.

E paragonandolo colla seconda si sarebbe escavato . . „ o. 7. 6.

Dalla relazione, e visita di monsignor Corsini 3. Aprile 1625. si ha, che il fondo di Panaro era più basso del fondo del Cavo Serra. . . . . . . . . . . . . „ 5. o. o.

Dalla visita presente 12. Febbraio 1693. si ha in detto luogo il fondo del primo più basso del secondo in misura di Ferrara. . . . . . . . . . . . . . „ 7. o. 7.

Dunque il fondo di Panaro del 1625. al 1693. si sarebbe profondato . . . . . . . . . . . . . . . . . . . „ 2. o. o.

Dalli quali alzamenti, ed abbassamenti che derivano da' dossi, e gorghi, ne' quali sono state prese le misure evidentemente apparisce, che il fondo di Panaro non ha patito in tutto questo secolo alterazione veruna essenziale, ma solo qualche variazione accidentale, della quale non si può dar regola veruna.

Molti altri simili riscontri si potrebbero addurre in prova di questa verità; ma bastando gli addotti si tralasciano con animo di farlo ad ogni semplice cenno.

## SCRITTURA VII.

### DEL PO GRANDE.

*Avendo i Ferraresi replicate alcune cose all' antecedente scrittura, il Guglielmini rispose a questa loro replica colla seguente, di cui diamo solamente quella parte, che è necessaria, e dottrinale.*

L' unione dell' acqua del Reno con quella del Panaro non farà l' effetto nell' elevazione dell' acqua, bensì nel profondamento, ed allargamento dell' alveo; poichè dovendo l' una, e l' altra spianarsi sul pelo della piena del Po, e dovendo quanto maggiore è il corpo d' acqua, essere tanto minore la caduta, non solo del fondo, ma della superficie medesima, ne segue che se si lasciasse l' opera alla natura medesima, ben presto si proporzionerebbe l' alveo in larghezza, e profondità tale, da non provare il temuto alzamento, ma ciò non si vuol fare, anzi si pensa allargare tanto l' alveo di Panaro dal Bondeno in giù, che la natura abbia piuttosto a ristringerlo per soverchia larghezza, che ad elevarsi l' acqua per troppo angustia di letto.

Si concepiscano gli alvei del Reno, e Panaro camminare disuniti, ma vicini uno all'altro, e paralelli nelli andamenti, v. g. ACB (*fig*. 3. *tav*. 3.) sia Panaro; DEF Reno, l'uno ha larghezza sufficiente a portare le proprie acque, e che sieno divisi v. g. con un argine, come GHI, e supponghasi, che l'uno, e l'altro sieno nelle proprie piene; certa cosa è, che essendo di pendenza uguale, come costa dalle livellazioni, caderanno sul pelo del Po, qualunque sia, con ugual pendenza, e per conseguenza con elevazione di pelo eguale, e se vi dovrà essere qualche differenza, sarà minore quella del Reno, di quella di Panaro, per essere maggiore di corpo. Intendasi ora levato di mezzo l'argine GHI in maniera, che l'uno, e l'altro diventino un sol fiume, certa cosa è, che non perciò l'acqua si eleverà, ma piuttosto si abbasserà, se non per altro, per essergli levate le resistenze laterali dell'argine GHI, e ridurrassi in GHI il filone dell'acqua, che prima era in ACB, ed in DEF; e come più lontano dalle resistenze delle ripe si farà più veloce, e profonderà più l'alveo di quello che prima potessero fare i filoni ACB, DEF; profondato l'alveo, si abbasserà il pelo necessariamente, e perchè la larghezza in tal caso viene ad essere maggiore del bisogno, comecchè proporzionata a due fiumi con duplicate resistenze, e di profondità minore, quindi rallentandosi il moto alle sponde, vi seguiranno deposizioni, ed alluvioni, che s'avanzeranno verso il mezzo, sin tanto, che trovino nell'acqua il moto tanto gagliardo, che ne impedisca prosecuzione; e questo sarà il termine del necessario ristringimento, e facendosi nell'atto del ristringimento sempre maggiore la profondità, finalmente cessando il ristringimento, cesserà altresì il profondamento, ed allora sarà reso l'alveo proporzionato all'acque proprie. Da ciò evidentemente si deduce, prima, che i fiumi quando s'uniscono nelle piene, s'abbassano di pelo, non si elevano, trovando l'alveo proporzionato; secondo, che escavano il fondo proprio; e terzo, che non hanno bisogno di larghezza uguale all'uno, e l'altro de' fiumi confluenti, bastando essa molto minore.

Se si dubitasse della verità di questa proposizione si consulti l'esperienza, e l'osservazione de' fiumi in casi simili, e se ne avranno sempre uniformi i riscontri.

Cessando perciò l'alzamento dell'acqua, ed in Panaro, ed in Reno, cessa altresì del pari la necessità di elevare gli argini di questo, e conseguentemente il pericolo delle rotte, che se ne deduce.

## SCRITTURA VIII.

### DEL PO GRANDE.

*Dovendosi esaminare se gli argini della linea, che porterebbe Reno ad unirsi col Panaro al Bondeno sarebbero esposti a pericolo prossimo di rotte, o per le piene del Reno, o per li rigurgiti del Po, ( che era il sesto articolo tra quelli, che i due Cardinali aveano proposti ad esaminarsi intorno alla detta linea ) il Guglielmini diede la seguente scrittura.*

Circa al VI. articolo non si vede in primo luogo quale differenza possa concepirsi tra le arginature della nuova linea, e quelle degli altri fiumi; onde se queste non sono esposte a prossimo pericolo di rotte, perchè lo avranno da essere quelle di Reno?

Secondo non osta la novità degli argini, perchè quando sieno fabbricati colle dovute maniere, e cautele, che vuol dire con cordolli bassi, e con carri, e carrette, equivagliono ai vecchi, rendendosi addensata la terra al pari negli uni, e negli altri; e poi rispetto alla quarta linea da noi proposta, alla quale ci siamo ristretti (senz' animo però d' abbandonare il pensiero dell' altre, quando in questa si trovasse qualche particolare difficoltà, che fosse creduta insuperabile) non ha luogo, che in poca parte la novità predetta degli argini, comecchè il Po di Ferrara, ed il Panaro son provveduti d' arginature antichissime, e di tutta perfezione, e raddoppiate per quasi tutto il lor tratto.

Terzo, giova di molto la rettitudine della linea, che non permette, che si facciano froldi essendo il corso dell' acqua paralello agli andamenti degli argini.

Quarto, vi sarebbero le dovute restare, portando così la diversità della linea cadente del fondo, e perciò non sarebbevi dubbio, che il piede dell' argine fosse bagnato da acqua bassa, e mancandovi per impossibile, si potrebbero fare a proporzione del bisogno.

Quinto generalmente si dice, che non succede rotta negli argini d' un fiume, senza corrosione della terra, che li forma, e che tal corrosione non può mettersi in atto, se non per tre capi; primo, per la trapelazione dell' acqua, a cagione del terreno troppo poroso; secondo, per la bassezza degli argini, che lascia sormontare l' acqua; terzo, per l' impeto grande, che fa la corrente contro li stessi, e questo si dee considerare o in se stesso, o in ordine della debolezza del sussistente, ma per niun capo de' detti può temersi danno alcuno.

Non può temersi pel prossimo pericolo di rotte a causa della trapelazione dell' acqua per le Porosità degli argini, perchè essendovi

per tutto il tratto della linea terra atta alla di loro perfettissima fabbrica, non s' ha da avere questo timore, ed in ogni caso supplirebbe la larghezza degli argini all' imperfezione del terreno.

Non per la bassezza dell' arginature; perchè non si niega di farle alte anche più del bisogno.

Nè per l' impeto grande dell' acqua, perchè la rettitudine della linea ce n' assicura, come al numero terzo.

E finalmente non per la debolezza degli argini, perchè questi si faranno di robustezza conveniente a giudizio di perito disinteressato.

Il pericolo delle rotte non può temersi, che da tre cause, o dall' acqua del Reno nelle piene, o da quelle del Po ne' rigurgiti, o da quelle dell' uno, o dell' altro uniti nelle piene, e ne' rigurgiti. Non da quelle del Reno per le ragioni già addotte, e di più perchè di fatto si mantengono gli argini del Po grande, non ostante sieno più tormentati, e dal corso d' acqua, e dall' impeto della corrente, dunque tanto più quelli del Reno.

Non da quelle del Po ne' rigurgiti, perchè questi non fanno sforzo, e gli argini non hanno da sostenere, che il peso dell' acqua.

Per ultimo non da quelle del Po, e da quelle del Reno unite, come di sopra, perchè il sostentamento del Po alto rinfrangerebbe l' impeto delle piene del Reno, e gli argini avrebbero da operare poco più di quello che facessero in resistere a' soli rigurgiti.

L' esempio degli altri fiumi ben regolati, che entrano nel Po, farà conoscere all' EE. VV. la vanità di tale insussistente timore.

## SCRITTURA IX.

### DEL PO GRANDE.

*Propostosi poi da esaminare l' unione dell' acqua del Reno con quella del Po, e sopra di ciò dati due articoli, cioè*

*I. Quali effetti produrrà il Reno alto in Po alto, e se possa entrarvi.*

*II. Che alzamento d' acque vi cagionerà, e con quale altezza d' argini convenga provvedervi, e fino a dove questi si debbano rialzare.*

*Per parte de' Bolognesi fu esibita dal Guglielmini la seguente scrittura.*

Al primo articolo si dice, che tutti i fiumi influenti entrano ne' suoi recipienti, sieno questi, o alti, o bassi, quando gli argini di quelli sono proporzionati a contenere fra se medesimi l' altezza d' acqua necessaria al proprio ingresso, ed essendo che ciò non è impossibile a farsi, rispetto all' introduzione del Reno nel Po, quindi non vi

può esser dubbio veruno, che il primo non possa entrare nel secondo.

L' ingresso poi si faciliterà con dare alla nuova linea uno sbocco aggiustato, e tale da non temerne danno veruno, come s' è provato nella nostra scrittura sopra l' articolo quarto.

Rispetto agli effetti, che possa produrre il Reno alto in Po alto, dipendendo la risoluzione di questa parte dalle considerazioni proprie dell' articolo seguente, ad esso ci rimettiamo.

Per rispondere adequatamente all' articolo secondo, ci fa di mestieri ripetere ciò che altre volte abbiamo detto, cioè che all' unirsi che fanno diverse acque correnti d' alveo stabilito, si scema nell' alveo comune la pendenza, cioè si profondano, ed in oltre s' allargano gli alvei, al che succede, che le piene s' ellevano ad un orizzonte meno alto di quello succederebbe, se ognuno de' fiumi influenti si portasse al mare senza mistura d' altre acque.

Per manifesta prova di questa proposizione, s' osservi prima, che il Po è maggiore de' fiumi della Lombardia, anzi di tutta l' Italia, e non ostante le di lui piene sono le meno alte, perchè sono le meno inclinate di superficie.

Secondo se si trattasse d' aggiungere l' acque del Po a quelle del Reno, o del Lamone, si alzerebbero, o si sbasserebbero le piene nell' alveo comune? Certo ognuno risponderebbe, che ciò succedendo s' abbasserebbe l' altezza delle piene del Reno, e addurrebbe per ragione, che l' alveo del Reno si scaverebbe sino a proporzionarsi l' alveo; adunque similmente aggiungendo l' acqua del Reno a quella di Po farà lo stesso, e le piene di questo resteranno più basse.

Terzo, da che il Po s' è interamente rivoltato nel ramo di Venezia assorbendo nelle piene, e l' acqua di Panaro, e la porzione di quella di esso Po, la quale per l' alveo di Ferrara si portava per altra strada al mare, le di lui piene non si elevano più a quell' altezza, che altre volte gli era propria.

Quarto si può dimostrare la nostra asserzione *a priori* col fondamento degli allegati principj, e coll' aiuto delle figure necessarie, ma per non infastidire di soverchio l' EE. VV. si tralascia di farlo.

Ciò stabilito si fa chiaro, che se unite le piene di Po, e del Reno si porterebbero al mare con minor pendio, non solo non si eleverà la superficie dell' acqua nelle piene, ma resterà tanto più bassa, quanto richiede la proporzione dell' acqua d' uno a quella dell' altro.

Quest' effetto però non succederebbe così alla prima, ma solo con qualche lunghezza di tempo, e perciò sul principio dell' introduzione non si niega, che il Reno alto non cagionasse in Po alto qualche alzamento, e sopra di questo discorreremo brevemente.

Il padre Castelli nell' appendice terza al coroll. 16. della sua misura

dell' acque correnti, condanna l' errore di quei periti, che giudicarono dal trovare la larghezza del Po piedi 100. e la sezione del Reno piedi 200. che il Reno farebbe crescere il Po piedi 2. e nell' appendice 4. del corollario medesimo nota simile errore in altri ingegneri, e periti, che credevano, che mettendosi il Reno in Po non farebbe alzamento veruno, e conclude, che *la verità è, che mettendosi il Reno in Po, farebbe sempre alzamento, ma alle volte maggiore, alle volte minore, secondo che troverà con maggiore, o minore corrente il Po, di modo che quando il Po sarà costituito in gran velocità, pochissimo sarà l' alzamento, e quando il medesimo Po sarà tardo nel suo corso, allora l' alzamento sarà notabile*.

Per intelligenza di questa asserzione del padre Castelli s' avverte, che l' alzamento del Reno in Po si dee intendere in due maniere; prima rispetto all' alzamento delle massime piene unite dopo il proporzionamento dell' alveo sopra un termine stabile, ed in tal senso abbiamo detto, ed occorrendo, si dimostrerà che le piene non solo non eleverebbero di più, ma si abbasserebbero, e tal forse fu il sentimento degl' ingegneri notati dal padre Castelli nell' appendice 4. Secondo, *si può intendere* l' alzamento rispetto all' altezza, che si accrescerebbe dall' introduzione dell' acqua del Reno in quella del Po, cioè avendo per termine sopra il quale dee seguire l' accrescimento, o la superficie antecedente dell' acqua del Po, o pure il fondo del medesimo, e di questo precisamente parla il padre Castelli, al sentimento del quale, perchè convinti dalla ragione, di buona voglia ci sottoscriviamo.

Con tale intendimento si sono avanzati a determinare la misura precisa molti Autori, li quali ne hanno pubblicati i calcoli, e fondamenti di essi, che noi qui sommariamente riferiremo, aggiungendovi il nostro desunto dalle misure delle sezioni del Reno, e del Po, prese in quest' ultima visita.

Il Barattieri nella sua architettura d' acque *prop*. 2. *lib*. 5. *pag*. 222. dopo diverse considerazioni fatte sopra questa materia conclude. *Quand' anche il Reno fosse la dicessettesima parte del Po non alzerebbe poi nè anche più di tre quarti d' un piede d' avvantaggio alla maggiore escrescenza, che fare possa il pienissimo Po, quando le fosse aggiunta l' acqua del pienissimo Reno, ec.*

Il signor Gio. Domenico Cassini ora astronomo di sua Maestà Cristianissima nelle sue scritture fatte sopra questo particolare, che si trovano nel libro intitolato: *Raccolta di varie scritture, e notizie concernenti la remozione del Reno dalle valli, ec.* dice che il Reno non può alzare sensibilmente le maggiori escrescenze del Po, e dipoi conclude, che tale alzamento non oltrepasserebbe once 4. ec.

Il Padre Riccioli di patria Ferrarese, e della compagnia di Gesù,

nel lib. 6. della sua Geografia riformata al cap. 30. tratta assai diffusamente questa materia, e calcola, che se l'acqua del Reno farà tre miglia per ora, l'aumento dell'altezza in Po sarà poco più di once 6, se 4. miglia arriverà a once 9, e se cinque miglia, cioè che il Reno nelle piene sia egualmente veloce; che il Po (supposizione non vera) non eccederà once 11. e conchiude *Interim certe renunciare mihi posse videor, nunquam, Rhenum additurum Pado plus uno pede, immo nec pedem, nisi Rhenus plenissimus ingrediatur Padum plenissimum, ec.*

Il padre Claudio Milliet de Chales della medesima compagnia, nel tomo secondo del suo Mondo matematico al trattato *De Fontibus naturalibus prop.* 55. valendosi delle misure desunte dal Padre Riccioli, e calcolando sul principio differente da quello del Castelli conclude, che l'alzamento ricercato sarebbe $\frac{6}{7}$ di piede con queste parole. *Dico ergo altitudinem Padi ante immissionem Rheni Bononiensis, ad ejusdem altitudinem post immissionem ejusdem Reni esse ut* 54. $\frac{1}{4}$ *ad* 55. $\frac{3}{4}$, *seu ut* 217. *ad* 223. *fiat ergo ut* 217. 223. *ita altitudo* 31. *ad altitudinem* 31. $\frac{186}{217}$ *seu fere* $\frac{6}{7}$ *hoc est fere uno pede intumescet Padus*; ma non sono che once 10. 3.

Per fondare il nostro calcolo, prenderemo due sistemi in ordine al crescere le velocità. Il primo è, che le velocità sieno proporzionali all'altezza viva dell'acque; ed il secondo, che le medesime velocità sieno tra di se in proporzione sudduplicata dell'altezze vive delle medesime. Il primo è seguitato dal Castelli, Barattieri, Cassini, e Riccioli, ed il secondo dal Torricelli, dal Baliani, e dal P. de Chales, ed è da noi dimostrato nel libro terzo della misura dell'acque correnti al corollario primo della proposizione seconda.

Servendosi della prima supposizione, noi troviamo l'alveo del Po al passo di Lago scuro largo piedi 761. ma diciamo solo 760. alto nelle somme escrescenze piedi 31. misura concorde col sentimento di tutti gli autori, e non discorde dalle misure di quest'ultima visita. Similmente troviamo la larghezza dell'alveo del Reno alla Botta degli Annegati piedi 189. e l'altezza ragguagliata supponiamola piedi 9. anche maggiore di quello che è stata adoprata dal Riccioli, che la determina piedi 8. Facciasi in primo luogo il quadrato dell'altezza del Po piedi 31. e sarà 961. e questo moltiplicato per la larghezza del medesimo piedi 760. sarà 730360 numero, come chiama il Barattieri latiquadro dell'acqua del Po. Similmente rispetto al Reno facciasi il quadrato dell'altezza piedi 9. e sarà 81. e questo moltiplicato per la larghezza del medesimo piedi 189. ed il prodotto sarà 15309. numero latiquadro dell'acqua del Reno, e del Po unite; si sommino assieme li predetti due numeri, e si avrà 745669. Partasi questo latiquadro per la larghezza del Po, e ne verrà il quoziente 985 $\frac{7}{76}$ la

cui radice quadrata è $31 \frac{12}{31}$, ovvero piedi 31. once $4 \frac{2}{3}$, e perciò verrebbe il Po pieno per l' aggiunta del pienissimo Reno a crescere once $4 \frac{2}{3}$.

Nel secondo sistema ordinando il calcolo, come nella medesima proposizione ottava del lib. 3. *della misura dell' acque correnti*. Tra le due altezze piedi 31. del Po, e piedi 9. del Reno si trovi un numero medio proporzionale, che sarà $16 \frac{23}{32}$, e sarà la proporzione di 9. a detto numero, quella delle velocità, la cui triplicata è di 9. a $57 \frac{19}{32}$, e componendo questa con quella delle larghezze 189. e 760. ne nasce la proporzione dell' acqua del Reno a quella del Po, quella che ha 9. a 235. ed unendo assieme queste due quantità si farà 244. cubo dell' acqua del Reno, e del Po unite assieme, ed il cubo dell' acqua del Po solo resterà 235., le radici cube de' quali numeri sono per Reno, e Po uniti $6 \frac{28}{126}$; e per Po solo $6 \frac{9}{126}$ la proporzione duplicata delle quali sarà quella dell' altezze; e perciò riducendo alla denominazione del rotto le dette radici cube cioè a 775. e 784. e trovato un terzo proporzionale 793. sarà la proporzionale di 775. a 793. *quella*, che avrà l' altezza del Po solo, all' *altezza del Po accresciuto da Reno*; *talchè* per la regola aurea così starà 775. a 793. come piedi 31. altezza del solo Po, a piedi 31. once $8 \frac{2}{3}$ altezza del Po unito all' acqua del Reno, e perciò aggiungendosi il Reno altissimo al Po altissimo, non potrà farlo crescere che once $8 \frac{2}{3}$.

In tutti li soprannotati calcoli si dee avvertire, che gli autori, secondo l' uso comune de' matematici, prescindono dalla resistenza delle sponde, e del fondo dell' alveo, nel calcolare le quantità dell' acqua dell' uno, e dell' altro fiume; e perciò riescono sempre maggiori delle vere. E perchè maggior resistenza patisce il Reno nel proprio alveo, che Po nel suo, atteso che le figure simili, quanto sono minori, tanto maggiore hanno la circonferenza in proporzione dell' area propria, e le resistenze sono proporzionali alle circonferenze resistenti, quindi molto maggior differenza intercede tra l' acqua calcolata del Reno, e la vera di esso, di quella che sia tra l' acqua calcolata del Po, e la vera del medesimo. E perciò la proporzione dell' acqua del Reno a quella del Po viene ad essere minore della proporzione, che apparisce dal calcolo, e per conseguenza l' alzamento vero dovrà riuscire alquanto minore, di quello concluda il calcolo medesimo.

S' avverte in secondo luogo, che gli alzamenti calcolati suppongono l' alveo invariato, cioè della stessa larghezza, e profondità, siccome il Reno col Po nelle massime piene. Quest' ultimo caso, o non verrà mai, o una sol volta nel corso d' un secolo; e perciò vi sarà tempo da proporzionarsi l' alveo, prima che esso succeda, e venendo troverà l' alveo allargato, e profondato tanto, che l' alzamento dell' acqua non succederà a quel segno, che si figurano gli autori,

supponendo l'identità delle misure dell'alveo presente. Quindi si potrebbe probabilmente, e ragionevolmente concludere, che non vi fosse bisogno d'alzamento veruno nell' arginature del Po, quand' anche fossero proporzionate all' acque sole di questo; ma perchè la serietà del presente trattato ricerca, che s' operi con ogni maggior cautela, non ricusano i Bolognesi, abbenchè persuasi di non esser tenuti a farlo, di concorrere all' elevazione degli argini predetti di Po, ne' luoghi, dove la livellazione già fatta ne indichi la necessità, e la quantità, la cognizione di che spetta interamente al purgatissimo giudizio, ed incorrotta giustizia dell' EE. VV.

Rispetto poi alla seconda parte di questo articolo *sin dove gli argini si debbano rialzare*, si riflette, che le piene del Po quanto più s' avvicinano al mare, tanto meno si rendono elevate sopra il piano delle campagne, sino che vicino alle spiagge interamente s' incassano. Quindi la linea della superficie degli argini cammina concorrente ad un punto con quella del pelo d' acqua, o sia cadente delle massime piene scaricate sul pelo alto del mare, nel qual luogo si trova il punto del concorso delle accennate due linee; e di qui ne nasce, che dovendosi v. g. alzare gli argini once 9. alla Stellata, ed essendo necessario un alzamento proporzionale per tutto, a mezza strada tra la Stellata, ed il mare, basteranno once 4. $\frac{1}{2}$, a' tre quarti della medesima once 2. $\frac{1}{4}$, ec. E rispetto al principio, e fine di tale rialzamento, potranno questi desumersi dalla nota del vivo degli argini trovato sopra l' ultima piena de' 15. Giugno prossimo passato. Il che tutto potrà far conoscere, che non molta sarebbe la spesa del rialzo necessario dell' arginature del Po, e certo non tale da frastornare operazione sì avvantaggiosa, come questa, di cui ora si tratta.

Per fine non si sa conoscere quale altro effetto, oltre gli accennati possa partorire il Reno alto in Po alto, ed essendocene per avventura suggerito alcuno non mancheremo al solito di sottoporre riverentemente al giudizio dell' EE. VV. il nostro libero, e sincero sentimento sopra di esso, ec.

## SCRITTURA X.

### DEL PO GRANDE.

*Sopra la stessa materia dell' alzamento del Po pieno da Reno pieno avevano i Ferraresi dato un calcolo, per un tal effetto si provava dover essere molto maggiore del calcolato dal Guglielmini, il quale però rispose con altra scrittura, di cui abbiamo qui solamente data quella parte che è necessaria.*

In ordine all' alzamento delle piene dopo il proporzionamento del-

l' alveo del Po già abbiamo detto il nostro sentimento; che le piene abbasserebbero, e faremo costarlo meglio a suo luogo. Per quello poi che portasse l' alzamento dell' acqua del Reno sopra la superficie antecedente del Po aggiugneremo, che sino a tanto che non si addurranno ragioni, o esperienze convincenti, non ci persuaderemo mai, che il Reno sia per interrire l' alveo del Po, non l' avendo interrito Panaro, nè altri fiumi che vi corrono dentro torbidissimi.

Per quello che spetta alle misure delle sezioni de' due alvei di Po e Reno, poco ci scostiamo dal sentimento de' signori Ferraresi, se non che ci pare molto lontano dalla verità il prendere 14. piedi per misura ragguagliata dell'altezza delle piene di Reno. Alla Botta degli Annegati, dove pure è il gorgo mantenutovi dalla tortuosità, e dal basso che vi è, si è trovato nel maggior fondo sotto il piano degli argini piedi 14. 3. 7, e al pilastrino della Pieve piedi 13. 8. 5. Bisogna pure che vi sia nelle massime piene almeno un piede di vivo, onde la misura della piena nel maggior fondo non può mai essere più di piedi 13. 3. 7, e piedi 12. 8. 5, e molto minore detratta la profondità del gorgo che nell' uno e nell' altro luogo è notorio. Ragguagliata poi questa maggior profondità ridotta ad altezza viva di acqua con le minori di piedi 9. 8. 6. ed anco 5. che si trovano nella stessa sezione, chiaro apparisce che più al vero s' accosta la misura ragguagliata di piedi 8. determinata dal padre Riccioli, e accresciuta da noi per maggior cautela sino a piedi 9. di quella modernamente assunta da' signori Ferraresi per fondare il loro calcolo.

La velocità attribuita al Reno sino a farlo correre miglia 8. per ora, è una esorbitanza stravagante convinta di falso dalla esperienza medesima, perchè se fosse vera bisognerebbe che la piena di Reno da Bologna si portasse a Ferrara al più in 4. ore, e pure vi spende sino a 12. per giungervi. Il ristringere poi la velocità del Po da 5. a 4. miglia per ora, è fatto senza fondamento veruno, non valendo la proporzione della maggiore, o minore caduta dove si ha altezza viva di acqua considerabile, che è quella che regola le velocità. Il ritardo finalmente fatto alla corrente del Po da' venti che le soffiano contro, non è così accertato come si suppone, e abbenchè venga asserito dal padre Castelli, tale sentimento però è impugnato dal padre Cabeo della compagnia di Gesù, che per essere di patria Ferrarese ne potè osservare gli effetti nel Po medesimo, asserendo affatto insensibile tale ristagno. Ed invero il vento non fa altro che un ondeggiamento nell' acqua, il quale occulta la velocità della medesima, ed alle volte fa apparire che corra al contrario benchè essa seguiti come prima il suo corso; ed in fatti non si eleva di superficie, se non quanto porta l' ondeggiamento, come dovrebbe fare se gli fosse ritardata la velocità.

Dalle dette alterate misure si calcola che Reno pienissimo farebbe alzare il Po pienissimo piedi 7, e supponendo la velocità di Reno ridotta a miglia 6, ed accresciuta quella del Po fino a 5. o 6, si riduce l' alzamento a piedi 4 $\frac{1}{2}$, e poi finalmente a piedi 3. once 7.

Abbenchè nella copia della scrittura comunicataci, manchi per inavvertenza del copista qualche riga o parola che oscura il metodo tenuto nel calcolare, nulladimeno da' numeri espressi ricaviamo che nel computo non si ha verun riflesso alla velocità maggiore che acquisterebbe il Po per l' aggiunta dell' acque del Reno, se non per altro, perchè elevandosi la superficie dell' acqua del Po piedi 7. di più, altrettanti ne acquisterebbe la di lui superficie sopra il pelo del mare, e secondo il principio di regolare le velocità a ragione di caduta dovrebbe considerabilmente accrescersi quella del Po.

De' supposti, e metodo di questo calcolo, non confermato da alcuna dimostrazione, nè convalidato dall' autorità di autore veruno dimostreremo l' insussistenza da diversi assurdi che ne derivano. Primieramente si calcola l' acqua che scorre pel Reno pienissimo in un' ora piedi 67198320, e noi da' numeri di questo computo (non vedendolo espresso nella scrittura de' signori *Ferraresi*) *troviamo* che il Po in tempo eguale scarica piedi cubi d' acqua 298659200. Dividendo la quantità maggiore per la minore troviamo nel quoziente 4 $\frac{29}{67}$, che vuol dire che l' acqua del Po pienissimo non arriverebbe ad essere quattro volte, e mezzo maggiore di quella del Reno pienissimo, cosa fuori d' ogni ragione. Secondo, se ognuno de' fiumi che entrano nel Po eguali al Reno, che vengono giudicati dal Barattieri essere 38, supponiamo noi che non sieno più di 20, facessero piedi 7. d' altezza nel Po, bisognerebbe che questa ascendesse a piedi 140. eppure non è maggiore di 31. in 32. Terzo se Panaro, la cui acqua è eguale se non maggiore, o almeno poco minore di quella del Reno, avesse cagionata tale altezza, non essendo nella di lui rivolta al Po grande stati alzati gli argini avrebbeli nella piena sormontati, e pure ciò non è seguito non ostante che la rivolta fosse non delle sole acque di Panaro ma di più di quella parte del Po, che nelle piene correva verso Ferrara quando si apriva l' intestatura al Bondeno.

Quello che è stato necessario a stabilire con evidenza il nostro calcolo è qualche anno che sta sotto la censura de' letterati, e tutto il resto sta notato nella nostra scrittura. Se fosse stato bisogno di stabilire il corpo d' acqua che il Reno pienissimo scarica in un' ora, non ci sarebbero mancati i mezzi per farlo, ma perchè ciò non occorre, bastando il determinare la proporzione che ha l' acqua di Reno pienissimo, a quella del Po pienissimo, perciò si è tralasciato di fare questo calcolo. Che il vento ritardi la velocità del Po si pretermetta senza concederlo, e senza negarlo; ma che tal causa non

possa operare sensibilmente si prova così. Se il vento ritardasse la velocità d'un fiume in una sezione determinata, è dimostrato che la velocità, prima del ritardamento, alla velocità che resta dopo il ritardamento, ha da stare in proporzione reciproca dell'altezza viva dopo il ritardamento, all'altezza viva avanti il ritardamento. Ma le altezze dell'acqua prima, e dopo il ritardamento non hanno fra di se differenza sensibile, adunque non l'avranno nè anco le velocità, e perciò la velocità con la quale corre il Po impedito dal vento sarà insensibilmente differente dalla velocità non impedita del medesimo. In oltre il Po non ha un alveo dritto ma assai tortuoso, e perciò il vento che agisce sempre con la stessa direzione, in un luogo impedirebbe, in nn altro aiuterebbe, in un altro non opererebbe, cosa impossibile da intendersi senza immaginare il Po in qualche caso come una scala, in un luogo alto poco sotto più basso, ed in altro luogo anco più basso. Perciò non vi è alcun bisogno di tassare la velocità del Po a causa del vento, sia quel che si voglia de' riflussi marini sopra il pelo de' quali già sono elevati gli argini a misura del *bisogno*.

Per far poi vedere ciò che operino i rigurgiti al di sotto nel far elevare la superficie de' fiumi influenti, si ripiglino le misure addotte da' signori Ferraresi nel principio della loro scrittura, dalle quali concludono che il rigurgito del Po pienissimo non lascia di vivo alla chiavica di S. Giovanni più che piedi 1. once 8, o piuttosto piedi 1. once 7, donde detratto il vivo di detta chiavica sopra le massime piene di Panaro di once 4. in circa restano piedi 1. once 3. Ciò supposto così si argomenta: o il Panaro è venuto colle sue piene trovando tal rigurgito, o no. Se si dirà non essere succeduto tale incontro di piene, non ostante che sia ormai un secolo che corre stabilmente nel Po, non si ha da dubitare, che tale accidente sia mai più per succedere. Se poi si risponderà essere venuto, adunque coll' elevarsi solamente piedi 1. once 3. di più sopra il pelo del rigurgito ha scaricate le sue piene nel Po, e pure le di lui piene quando corrono in Po basso hanno tanto maggiore altezza. Da ciò si deduce, che se un fiume il quale ha piedi 14. o 15. d'altezza nelle sue piene come Panaro dovendo cadere sopra un rigurgito di altezza di piedi 20. once 2. non si eleva più che piedi 1. once 3; l'acqua del Reno che scorrerà in altezza di poche once come si è dimostrato sopra quella del Po, non si eleverà per superare i gonfiamenti del mare che insensibilmente, e perciò nè anco per questo capo si toglie la verità del nostro calcolo.

# SCRITTURA XI.

## DEL PO GRANDE.

*Dalla considerazione degli effetti del Reno in Po alto, si passò a quella de' suoi effetti in Po mezzano, e in Po basso, dividendola in tre articoli.*

*I. Quali effetti sia per fare Reno alto in Po mezzano.*

*II. Quali effetti possa fare in Po basso, e se le di lui piene cagioneranno aumento di froldi, e dirupamento di argini.*

*III. Se le chiaviche a destra, e a sinistra rimaranno dannificate.*

*A' quali capi rispose il Guglielmini colla seguente scrittura.*

Rispetto al primo, quando il Po fosse mezzano, e vi arrivasse la piena del Reno, certo s' alzerebbe qualche poco più dell' once 8 $\frac{2}{3}$, calcolate nella risposta all' articolo 9, supponiamo, che arrivasse in tal caso anco all' altezza d' un piede, e per abbondare d' un piede, e mezzo. Sarebbe adunque alto il Po piedi 1 $\frac{1}{2}$ di più di quello, che fosse per essere senza l' acqua del Reno, ed equivalerebbe ad un Po mezzano d' un piede, e mezzo d' altezza di più, ma il Po alto piedi 1 $\frac{1}{2}$ sopra la sua mediocrità non partorirebbe effetto veruno pernicioso, ed in fatti non si pone di guardia ec. adunque il Reno aggiunto ad un Po mezzano non porterà alcun danno ec.

Le piene del Reno sono poi di breve durata, ed al più non eccedono 10. o 12. ore, onde a loro cagione non possono esser messi in contingenza gli argini ec.

Vedansi gli effetti di Panaro quando arriva sopra un Po mezzano, e tali anco potranno presumersi da Reno in parità di condizioni.

Al secondo, lo stesso proporzionalmente si ripete del Reno alto introdotto in Po basso, e non si vede per qual cagione il Po costituito in gran bassezza, che tale anco coll' introduzione dell' acqua del Reno, abbia da aumentare i froldi, e dirupare gli argini.

In risposta del terzo, circa il danno che ne potranno ricevere le chiaviche a destra, ed a sinistra del Po, si discorre così. *I terreni*, che non hanno scolo immediato al mare, lo hanno, o ne' fiumi, o nelle paludi, e tra quelli che lo hanno ne' fiumi, che di questi principalmente si parla nel nostro caso, altri l' hanno naturale, altri artificiale. Lo scolo naturale è proprio di quei terreni, i quali sono tanto alti, che non possono essere sormontati dalle piene de' fiumi, nell' alveo de' quali hanno l' ingresso; ma l' artificiale si pratica in caso che si sia obbligato di difendersi dalle escrescenze del fiume con argini, nel qual caso, ogni volta che l' acqua della piena sia tanto alta, che si renda superiore al piano delle campagne che si debbono

scolare, in vece che le campagne tramandino le sue acque al fiume; questo piuttosto inonderebbe i terreni per la stessa foce de' condotti destinati allo scolo, se non vi si provvedesse colle chiaviche destinate a levare colla chiusura delle cateratte la comunicazione tra il fiume, ed il condotto, e durante tale accidente è necessario, che l' acque piovane sieno trattenute ne' condotti, e fossi delle campagne, se pure non sono in tanta copia, che possono coprire la superficie del terreno. Quindi quelle campagne che non hanno caduta sopra il pelo ordinario del fiume è di necessità, che restino prive di scolo; e quelle che sono più alte del medesimo, godano maggiore, o minore felicità a ragione della propria altezza; molti terreni perciò hanno tanta felicità di scolo, che appena terminate le pioggie non hanno più acqua ne' loro condotti, ed altri per la poca caduta le tramandano così lentamente, che hanno bisogno di più giorni, ed alle volte settimane per liberarsene intieramente. Queste principalmente a cagione di ciò si provvedono di condotti, quanto più si possa larghi, e profondi, perchè la larghezza supplisca al difetto della velocità, e la profondità dia caduta alle campagne, e maggior facilità allo spianamento dell' acqua, *anzi a tale effetto le soglie* delle chiaviche si tengono il più che si può sotto la superficie dell' acqua bassa.

Al chiudere che si fa una chiavica, oppure all' alzamento dell' acqua del fiume, si eleva il pelo dell' acqua ne' condotti sino ad equilibrarsi col suo principio più alto, e non mai di più, e sino che l' acqua del condotto non sia alzata alla sua suprema altezza; sempre scolerà, comecchè vi sarà sempre qualche caduta sul pelo del fiume, e la ragione per la quale li chiavicanti non hanno altra regola per chiudere, o aprire la chiavica, che di vedere se sia più alta quella de' condotti, o pure quella del fiume.

Molte volte succede, che ne' condotti non v' è acqua da scolare, ed in tal caso in ordine a questo motivo torna lo stesso a tener chiuse, o aperte le chiaviche, ma perchè trovandosi i condotti in tale stato possono venire le piene del Po, e rigurgitando colle torbide interrirli, quindi torna più conto tener chiuse le chiaviche, che aperte, e chi le lascia aperte si può vedere spesso obbligato a serrarle per ogni poco d' alzamento d' acqua che succeda nel fiume, senza che perciò s' impedisca lo scolo alle campagne, le quali però essendo ferraci d' acqua, scolerebbero sopra un pelo molto più alto.

Tale chiusura di chiavica perciò non è mai necessaria, che per quel tempo che dura la piena, cessando la quale ritorna la libertà di poterle di nuovo riaprire.

Applicando questo discorso al caso presente delle chiaviche, che si ritrovano nell' una, e nell' altra ripa del Po, chiaramente si vede, che non v' essendo campagna alcuna, nè da una parte, nè dall' altra,

che non abbia molti piedi di caduta sul pelo basso di esso (posciachè nel tempo della visita correvano felicemente tutte le chiaviche, ed il Po non era bassissimo, dal che si conosce, che se i condotti avevano caduta, molto più ne avevano i terreni, che scolano ne' condotti) potrà alzarsi considerabilmente l' acqua bassa del Po per l' aggiunta dell'acque del Reno, senza che perciò si levi lo scolo a' terreni adiacenti.

Che se le chiaviche si chiudono al venire di Panaro, può essere che ciò molte volte segua per impedire l' interrimento de' condotti.

Per altro quando si chiudessero coll' interrompimento dello scolo, bisogna bilanciare il danno che vi accrescerebbe il Reno. Consta dalla visita, che molte chiaviche stanno serrate tre mesi dell' anno, altre cinque, sei, otto, e più. Quante piene del Reno verranno a questo tempo? certo se non tutte, almeno la maggior parte, e perciò è chiaro, che il Reno non opererà cosa alcuna di più di quella che farà il Po stesso nel caso presente.

Quando viene la piena al Reno, per lo più viene anco a Panaro, ed agli altri fiumi dell' Appennino. La piena di Reno precede quella di Panaro sei ore, adunque le chiaviche si dovrebbero serrare sei ore prima, e questo sarebbe tutto il danno che apporterebbe il Reno alle chiaviche; delle quali quelle che stanno serrate poco (segno che hanno gran caduta) dal venire Reno in Po basso non patirebbero di sorta alcuna; al contrario, quelle che stanno serrate 8. e 9. mesi poco danno riceverebbero, perchè nel tempo che stanno aperte, poche piene del Reno verriano, e Dio sa, se in un anno s' incontreria a vedersene pure una, e vedendosene alcuna, forse la somma del tempo, che dovrebbero star chiuse per causa del Reno non arriverebbe a 24. ore, differenza insensibile, quando anche i condotti non avessero sfogo ad altra parte.

Se poi fosse vero, quello che asserisce il padre Riccioli nel luogo altre volte citato, che le piene di Panaro vengono prima di quelle di Reno, egli è evidente, che non s' altererebbe mai lo stato delle chiaviche, se non quando venisse o Reno solo, ovvero Panaro, e dopo Reno solo, caso raro, e di poca durata. E poi si dovrebbe anche riflettere, che non ogni alzamento d' acqua bassa del Po fa chiudere le chiaviche, ma solo quella che supera la caduta degli scoli, ed in tale stato, certo è, che una breve piena non può durare che pochi momenti, onde avendo considerazione a ciò viene anche a scemarsi il tempo della chiusura delle cateratte.

In somma se si rifletterà seriamente a questo fatto si conoscerà, o la nullità, o la insensibilità del danno, che si suppone fosse per apportare il Reno alle chiaviche, e quando vi fusse non sarebbe in

alcuna maniera paragonabile a' tanti benefizi, che nasceranno a tutte le provincie dall'introduzione del Reno in Po.

Il motivo degl' interrimenti delle chiaviche si tralascia, perchè non merita riflessione veruna, e perchè è stato detto quanto occorreva nel §. 10. della nostra scrittura al versicolo *Rispetto poi ec.*

## SCRITTURA XII.

### DEL PO GRANDE.

*Avendo i Ferraresi esibito anch' essi il loro parere sopra i medesimi articoli, fu replicato dal Guglielmini nel modo seguente.*

Che il Reno nel Po mezzano sia per fare maggiore alzamento, che in Po alto, non si vuol negare, e pure si potrebbe, e dovrebbe se fosse buono il metodo del calcolo usato da' signori Ferraresi, nel quale non è considerato l' aumento della velocità, nella quale viene ad essere constituito il Po alto sopra quella che ha il Po basso. Che poi *dovesse detto alzamento* farsi tanto maggiore, quando venissero piene replicate del Reno, da noi non s' intende, anzi ci pare alieno dalla verità, comecchè il replicare delle piene non fa altro, che o mantenere, o rimettere nel Po la stessa altezza per prima cagionata, anzi per la ragione addotta, se il Reno è il primo ad entrare nel Po, e lo trovi mezzano vi farà qualche alzamento, che gli è proprio, ma rivenendo nuove piene giungeranno nel mentre anche quelle degli altri fiumi, li quali elevando maggiormente il corpo d' acqua nel Po, faranno che la seconda piena del Reno non aggiungerà tanto d' altezza al Po, quanto la prima, e la terza, quanto la seconda ec.

Il ripetere che si fa l' impedimento de' flussi marini, ed il contrasto del vento alla corrente, ci obbliga a far apparire quanto sia il valore del primo, parendoci che a bastanza possa costare dal nostro foglio antecedente della instabilità del secondo.

Sia BC (*fig.* 4. *tav.* 3.) la superficie bassa del mare, AB il pelo cadente del Po sino al suo sbocco, BD la profondità di esso, e corra l'acqua del Po in tale stato, che sia permanente. Certa cosa è, che la velocità dell' acqua nello sbocco BD sarà precisamente quanto basta per iscaricare nel mare l' acqua corrente del Po, nè più nè meno, e questa o sarà cagionata dall' impeto procedente, oppure dall' altezza AF, GH, IL, che superino d' attività l' altezza dell' acqua marina nello sbocco BD. Supponiamo ora, o pel flusso, o per la restia, elevarsi l' acqua del mare da B in E, in maniera, che la superficie del Po da AB s' alzi in ME, la quale superficie acquistata che sia, non si muti più, sino che non si abbassa il punto, e supponghiamo, che l' altezza

DE sia doppia della DB; correrà dunque nel mare per la sezione dello sbocco DE d'altezza doppia della BD, e della medesima larghezza (che così vogliamo supporla, abbenchè in fatto riesca molto più larga) nè più, nè meno, che prima, tutta l'acqua del Po, e la velocità sarà precisamente quella, che basti per scaricarnela, saranno perciò reciprocamente proporzionali le velocità della sezione prima, e seconda, e le altezze delle sezioni seconda, e prima, e perciò sarà la velocità della sezione ED, la metà della velocità della sezione DB, ma per imprimere una velocità la metà minore d'un'altra, basta anche la metà della causa, e questa non è altra, che o la forza dell'altezze delle sezioni antecedenti, o l'impeto precedente, che però viene a risolversi finalmente nella prima; adunque basterà la metà della forza predetta, o dell'impeto; quindi supposto che AN, sia l'eccesso necessario dell'altezza AF sopra la BD, per dare la velocità necessaria alla sezione BD, molto minore dovrà essere l'eccesso OM dell'altezza MF sopra la ED, per dare alla sezione DE la metà solo della predetta velocità; e perciò le due linee AB, ME cadenti del Po, prima, e dopo il gonfiamento del mare, saranno correnti dalla parte di sopra del Po, e dove s'incontreranno, ivi sarà il termine, sino al quale risenta la marea, che dal detto d'un testimonio registrato nella visita, non oltrepassa Francolino.

Si ricava da questa dimostrazione, che l'effetto maggiore del ristagno del mare, è nello sbocco, e che nelle parti superiori sempre si rende minore, e minore sino al ridursi a niente.

Si raccoglie in secondo luogo, che quanto più si elevano i rigurgiti, tanto meno inclinate sono le cadenti della stessa piena, perchè minore è la proporzione dell'altezza della sezione nello sbocco, durante il rigurgito all'altezza della sezione fuori del tempo del rigurgito.

Supponiamo ora, che la superficie A sia quella, che compete alla somma escrescenza del Po solo, e che questa debba accrescersi per l'intromissione del Reno altissimo.

Dal dimostrato da noi, mediante il calcolo esibito nel congresso antecedente, apparisce doversi alzare il Po nel luogo della sua introduzione once 8 $\frac{2}{3}$. Tale altezza però è certo, che non potrà continuare fino allo sbocco; ma dovendo la superficie del Po, anche elevata dall'acque del Reno, spianarsi allo sbocco sul pelo del mare, che però a ragione del maggiore influsso non si eleverà maggiormente, manifestamente apparisce, che l'altezza cagionata dal Reno nel Po, anderà scemandosi quanto più s'anderà avvicinando alla marina, per appunto colla stessa proporzione dell'avvicinamento. Ma non ostante supponiamo pure, per abbondare in cautela, anche a pregiudizio della verità, che mantenga la stessa elevazione per tutto senza profondarsi l'alveo, come necessariamente dee seguire, e che giunta allo sbocco

non si spiani, ma stramazzi sopra la superficie del mare dell' altezza predetta. Immaginiamoci poi, che sopraggiunga nello stesso tempo una burrasca di mare delle maggiori, che lo faccia gonfiare sino in E, eleverassi dunque la superficie RS, v. g. in PE, e per quello che di sopra si è dimostrato, saranno le linee SR, PE convergenti alle parti R, M vero, e non tanto quanto le AB, ME senza l' accrescimento fatto dal Reno, or vediamo, se sia sensibile l' elevazione della linea EB sopra la ME.

Dal preaccennato calcolo apparisce, che la proporzione dell' acqua del Reno pienissimo a quella del Po pienissimo è di 9. a 235. ovvero di 1. a 26 $\frac{1}{9}$; dovendo perciò passare per la stessa sezione DE tanto il Po solo eguale a 26. Reni, quanto il Po unito col Reno, che equivalerà a Reni 27. saranno le velocità, come le quantità dell' acqua, adunque come 27. a 26. così dovrà stare la velocità del Po unito col Reno, alla velocità del Po solo allo sbocco, e supponendo che l' inclinazione della linea AB sia quanta basta, perchè l' acqua allo sbocco cammini con velocità di gradi 26. dovrà tanto elevarsi la PE, che basti, perchè l' acqua cammini colla velocità di gradi 27. ed aggiunga a tutta l' acqua del Po nella stessa sezione ventiseiesima parte della velocità precedente.

Supposto poi l' abbassamento necessario del fondo FD, che comincerà a farsi nella prima piena, accrescendosi la sezione, sarà necessaria minor velocità, e perciò sarà meno inclinata la PE, e molto più s' accosterà alla ME.

Sul fondamento de' quali due motivi chiaro apparisce, che poca dovrà essere l' altezza da farsi dal Reno sopra l' acqua del Po sostenuta dal gonfiamento del mare, e minore delle once 8 $\frac{2}{3}$, perchè se le dette once 8 $\frac{2}{3}$ bastano per giungere il 26. della velocità necessaria in una sezione più piccola e più veloce superiore al luogo del ristagno, molto più potranno aggiungerlo in una sezione maggiore, e meno veloce, quali sono tutte quelle, alle quali arriva l' effetto del sostentamento del mare, e se l' altezze vanno scemandosi a ragione delle vicinanze, che acquistano al mare, tanto minore dovrà essere l' alzamento del Po accresciuto dal Reno sopra la superficie di se solo sregolata sul mare alto.

Non ostante il rallentamento del moto, che accade all' acque del Po sostenuto dal flusso marino, non succede nello stato presente interrimento veruno, adunque molto meno succederanno tali interrimenti accresciuta che sia la velocità $\frac{1}{26}$, come di sopra si è dimostrato.

# SCRITTURA XIII.

## DEL PO GRANDE.

*Di bel nuovo essendo stata data per parte de' Ferraresi una replica sopra i medesimi tre articoli fu ribattuta dal Guglielmini come segue.*

La forza non consiste sul crescere più o meno il Po mezzano a cagione dell' acqua del Reno, perchè secondo il di lui diverso stato di mediocrità varia l' alzamento, ma bensì sull' istessa mediocrità del Po; di cui in tutti gli stati si ha esperienza, essendo certo che la mezza piena del Po poco opererà di più, o di meno per esser fatta o dall' acqua de' fiumi col Reno, o senza di esso, purchè il resto delle condizioni si uguagli. Si ristringe dunque il dubbio a paragonare il danno che apporta ne' froldi ec. in Po mezzano, v. g. di piedi 10. in altezza, con quello che apporterebbe se per esempio la piena fosse alta due piedi di più, e durasse in tale stato quanto dura quella di Reno, e l' eccesso sarebbe il danno che farebbe il Reno introdotto in Po mezzano. A noi certo pare che tal differenza non vi sia, oppure sia insensibile, ed esagerandola i signori Ferraresi spetta all' EE. VV. il giudicare la verità.

Per rispondere poi agli argomenti *ad hominem* replicatamente portati basterebbe ritorcerli, valendosi per antecedente delle proposizioni de' signori Ferraresi, ma noi come che sfuggiamo di valerci di simili logiche sottigliezze per informare l' EE VV. in materia così grave, ci basta di chiarire la materia. Diremo dunque che non ogni piena nè in qualunque stato o durata, deteriora i froldi, perchè non ogni differenza di velocità basta a rodere le ripe ec. altrimente bisognerebbe che anche il Po basso facesse continuamente effetti simili, e pure l' esperienza dimostra ciò non succedere.

Perchè si facciano froldi o si deteriorino, vi vuole l' unione di più cause come a dire d' impeto sufficiente, e forse non con una sola direzione, ma vorticoso, tanto orizzontale, che verticalmente, e perciò vi si richiede la disposizione delle ripe le quali tanto *rovinano*, quanto più s' accostano al perpendicolo, unica cagione per la quale i signori Ferraresi rimediano a' froldi con iscaricarli, che vuol dire col renderli inclinati considerabilmente verso il corso dell' acqua, e con levar loro i risalti i quali rompendo il corso all' acqua, ma non sufficientemente resistendo, sono la principal cagione di essi, e vi concorrono di più le disposizioni de' fondi, le direzioni delle ripe, del filone ec. come è manifesto, ed apparisce da quanto sopra questa materia hanno lasciato scritto copiosamente gli autori. La minor parte

adunque in produrre tale effetto, è quella della copia dell' acqua, unicamente allegata da' signori Ferraresi, e questa molte volte è rimedio, essendo certo che succede spesso che al cessar d' una piena si trova un froldo antecedentemente in pessimo stato, o non deteriorato di sorte veruna, o qualche volta anche migliorato dalle deposizioni che vi ha fatte la piena medesima.

Che in Reno vi sieno froldi non dipende dunque dalla velocità del corso precisamente, ma vi concorre di più l' angustia delle ripe, che non si trova nel Po, siccome la strettezza delle molte, propria de' fiumi piccoli. Non vale dunque l' argomento: *Reno corrode le ripe del suo alveo, adunque anco maggiormente rovinerà quella del Po, introdotto che vi sia.*

Per determinar poi se Reno possa partorire danno alle chiaviche e di che peso esso sia, bisognava cercare il perchè si fabbricano, si custodiscono, si aprono, si chiudono ec. ad effetto di levare gli equivoci, e l' apparenze, una delle quali si è il dire, che trovandosi in qualunque stato l' acqua del Po e quella de' condotti, e dato che perciò non dovessero serrarsi le chiaviche, sempre sarà vero che tanto *meno d' acqua si scolerà per esse, quanto maggiore* sarà l' elevazione del Po; attesochè concessa anco tale proposizione la quale però patisce molte limitazioni, bisogna per istabilire il danno, prima provare, che tale diminuzione v. g. fatta oggi, calando il Po domani non si ripari, essendo certo che l' acque trattenute, quando si apre loro libero il corso fluiscono con più velocità, come succede ne' fiumi che risentono il flusso del mare allo scarico de' quali il flusso predetto niente pregiudica, non cagionando altro che maggiore alzamento del pelo d' acqua sinchè egli dura, e cessando l' uno cessa l' altro, scorrendo il fiume con più violenza nel riflusso.

Che le acque de' torrenti le quali fanno crescere il Po continuino per molti giorni, può essere vero parlando di tutti i fiumi dell' Appennino, che vengono successivamente uno dopo l' altro, ma ciò non può applicarsi a Reno che si considera nella sola sua piena, ed è certo che cessando questa allo sbocco deve cessare conseguentemente anco l' altezza che fa nel Po. Adunque non potrà durare tale elevazione se non quanto dura la piena. Ne ha che fare in questo caso la maggiore velocità del Po, perchè questa influisce nell' altezza, e nel far distendere la piena del Reno più presto in se stesso, e conseguentemente farla giungere più presto al mare, e con pari ragione al cessare della medesima farla tanto più presto mancare nell' alveo del Po, e non come si asserisce, farla calare più presto di quello che crebbe.

L' infelicità degli scoli che provano i Bolognesi nelle loro campagne non è un semplice interrompimento di poche ore come al più

sarebbe quello delle chiaviche che sboccano nel Po introdotto che vi fosse Reno, ma bensì è continua, ed accompagnata da perpetue inondazioni, che sempre maggiormente s'avanzano, al qual danno non ha veruna proporzione quello che in contrapposto si pone da' signori Ferraresi.

## SCRITTURA XIV.

### DEL PO GRANDE.

*Tre articoli furono poscia sottoposti all' esame, sempre in ordine alla detta linea di Po grande, e furono,*

*I. Se si accresceranno gli interrimenti nel Po con perdita del porto di Goro, e degli scoli del Polesine di Ferrara.*

*II. Se la linea del Po grande dopo il taglio Veneto si sia prolungata, e se ciò possa succedere senza rialzamento di fondo.*

*III. Degli effetti che ha prodotto nel Po grande l'introduzione di Panaro. Intorno a' quali esibì l' autore la presente.*

Certo è che gl' interrimenti del Po non possono figurarsi che alla foce, o per dir meglio sopra gli scanni, e spiagge del mare, non mai nell' alveo proprio, perchè dov' è velocità di moto, non segue interrimento, ma nell' alveo del Po si trova in ogni stato velocità di moto, adunque nell' alveo del Po non succederà interrimento.

Considerando adunque gl' interrimenti degli scanni, si dice che bisogna distinguere l' articolo in più casi. Il primo è, che *il Po* si sparga per qualche sacco di poco fondo, piuttosto laguna, che mare. Il secondo, che s' incammini paralello alla spiaggia. Il terzo, che s' inoltri a dirittura nel mare. Il primo caso è succeduto dopo il taglio Veneto detto di Porto Viro, quando il divertito dal ramo delle fornaci fu voltato nella sacca di Goro, ed in tale stato di cose non v' ha dubbio che succedono interrimenti, come dipoi è seguito obliterandosi la detta sacca intieramente, ed il simile ha fatto il Lamone in quella di testa d' asino. Interrita la sacca di Goro, e cessato il primo caso, n' è seguito il secondo, mentre ora si vede che il ramo della Donzellina inoltratosi considerabilmente non nel mare, ma radente la ripa di esso ad unire le acque proprie con quelle del ramo d' Ariano, e ciò fa bensì una grandissima apparenza d' interrimento, perchè ordinariamente si misura colla lunghezza del fiume, ma in sostanza è poco, se si riferisce al ritiro del mare, che è quello che nel nostro caso bisogna considerare. Il terzo caso finalmente si vede ne' rami della Doana, e della Balliona, che più degli altri sboccano a dirittura nel mare. E questi non ostante portino il maggior corpo dell' acqua, poco s' avanzano nel mare, e per conseguenza pochi sono

gl' interrimenti, che da essi procedono, e sempre minori si renderanno quanto più s' avanzeranno a trovare il profondo del mare.

Non neghiamo, che per l' accrescimento dell' acqua del Reno, a quelle del Po non succedano alluvioni maggiori delle presenti, non tanto però quanta è la proporzione della torbida di Reno, a quella del Po, ma molto minore, perchè attesa la velocità, che aggiungerà il Reno a quella del Po, tanto più saranno portate al largo del mare le torbide, e perciò saranno deposte nel più profondo senza manifestarsi sopr' acqua.

Si considerano gli interrimenti predetti, o in ordine a se medesimi, o in relazione degli effetti che possono produrre. In ordine a se certo non sono perniciosi, perchè aggiungono terra all' abitazione degli uomini, e popoli alla giurisdizione del Principe. Gli effetti poi di essi non si vedono asseriti, che due, cioè del porto di Goro, ed intersecazione, e prolungamento della linea de' condotti, o sieno scoli del Polesine di Ferrara.

Rispetto al primo si dice, che il porto di Goro, o sia d' Ariano non si perderà, anzi si migliorerà coll' introduzione di Reno in Po, e si prova così: *l' accrescimento dell'* acqua ne' fiumi, che sboccano al mare profonda la loro foce, non ostante tutti gl' interrimenti laterali, adunque unendosi l' acqua di Reno a quella del Po si profonderà maggiormente la bocca di questo nel mare; e tanto più profonda, e capace si renderebbe, se fosse vero, che la proporzione del Reno pienissimo nel Po pienissimo fosse quella di 1. a $4\frac{1}{2}$, ma le foci de' fiumi son quelle, che in queste spiagge per lo più si chiameranno porti, adunque si renderanno tanto più profondi li porti; ma questi tanto sono migliori quanto più profondi, adunque i porti, tra' quali quello di Goro si renderanno migliori. Secondo, l' esperienza ha mostrato, che dopo che fu voltato Panaro al Po grande, ed obbligata tutta l' acqua di questo a correre pel ramo di Venezia, il Po d' Ariano s' è maggiormente scavato, adunque voltandovi anche il Reno maggiormente si scaverà, l' antecedente è dimostrato dal sommario 14. della nostra ultima scrittura, e la conseguenza è manifesta. Terzo, se il ramo della Donzellina s' unisce stabilmente, come di già ha cominciato a fare con quello d' Ariano, chi negherà che l' unione di queste due acque sboccando con maggior forza nel mare non radesse in gran parte lo scanno, che sta d' avanti al porto di Goro, e non aggiungesse maggior corpo d' acqua al medesimo? Due condizioni sommamente desiderabili per renderlo in buono stato, ma tale unione sarebbe più presto il Po unito all' acque di Reno, che solo, adunque l' acqua del Reno coopererebbe a rendere più presto migliore il Porto di Goro.

Rispetto poi agli scoli del Polesine di Ferrara, il danno de' quali si

dice consistere nel prolungamento della linea, questo non si può stimare, che col considerare la loro natura, e gli effetti di detto prolungamento, la caduta di 13. o. 6. del cavo del Barco sino al mare misurata nella visita Corsini, distribuita che sia in miglia 50. dà per miglio once 3. piedi 1. $\frac{14}{25}$ supponiamo che la linea s' accresca miglia 10. allungamento da non succedere in molti secoli, in maniera che la detta caduta di piedi 13. o. 6. s' abbia da distribuire in miglia 60, ed allora ne verrà per miglio once 2, piedi 7. $\frac{3}{10}$ e perciò saranno l' acque de' scoli meno inclinati al piano basso del mare once o. piedi 6. $\frac{13}{50}$ per miglio, differenza insensibile, e da non partorire effetto veruno. Altra dunque è la causa del deterioramento degli scoli del Po di Ferrara, ed alle allegate nella nostra scrittura al §. 9. *verso per accertarsi, ec.* non lasciamo d' aggiungere, che le bonificazioni subito dopo fatte appariscono di superficie più alta, di quelle sieno dopo qualche tratto di tempo, la ragione si è, che il terreno bagnato per lungo tempo dall' acqua si fa porosissimo, e leggero, e però s' alza di superficie, ma asciugato che sia comincia a condensarsi, e conseguentemente ad abbassarsi; adunque è possibile, che le bonificazioni del Polesine di Ferrara, in tempo che erano più alte potessero scolare, ed ora che sono più basse sieno restate prive di scolo non per difetto de' condotti, o del prolungamento della linea di essi, ma per colpa de' medesimi terreni abbassati di superficie. Finalmente se tutto ciò non ostante, saranno capaci di scolo lo potranno avere nel Po di Volano, senza temere (secondo lo stato presente di cose) mai più prolungamento di linea.

### AL SECONDO ARTICOLO.

Si risponde, che il prolungamento della linea del Po si dee intendere in due maniere, paragonando cioè lo stato presente, o coll' antico, prima del taglio di porto Viro, o col più moderno dopo seguito detto taglio. Comparando lo stato presente coll' antico del Po, delle fornaci, diciamo che la linea presente ora è più breve dell' antica, come si può vedere dalle piante dell' uno, e dell' altro, ma nell' altro paragone non neghiamo, che il corso presente del Po non si sia avanzato nel mare più di quello fosse immediatamente dopo il taglio Veneto; non però tanto, quanto si suppone da chi misura l' allungamento pel ramo della Donzellina, mentre dee prendersi allo sbocco maggiore, cioè alla Balliona, e alla Doana.

Se il prolungamento della linea operi, o nò nell' alzamento del fondo de' fiumi, che corrono quasi che orizzontali, non ci arrischiamo di determinarlo, ma supposto che sì, ci assicuriamo bene di dire, che tale alzamento non può rendersi sensibile in pochissima pendenza

quale è quella del Po, ed in così grande distanza. Aggiungiamo, che introdotto che fosse Reno nel Po di Lombardia, comecchè necessariamente scaverebbe il fondo del Po per aumento dell' acqua, sarebbe esso il rimedio del rialzamento del fondo procedente dall' allungamento della linea.

### AL TERZO ARTICOLO.

Gli effetti di Panaro dopo la sua introduzione nel Po sono molti.

Prima. il Po s' è profondato, ed allargato corrodendo molte spiagge arenose che aveva nel fondo.

Secondo, le piene del Po dopo l' introduzione di Panaro si sono fatte sempre meno alte; come costa da' confronti registrati nel libro intitolato *Raccolta di scritture concernenti la remozione del Reno, ec.*

Anche nella visita ultima è stato mostrato alla chiavica Pilastrese un segno, che nella visita Borromea fu detto di guardia, ed in questa di somma escrescenza; sotto il quale però la piena delli 13. Giugno *prossimo passato* è restata once 17. e pure per confessione di tutti questa è stata una delle più grandi, non mancandovi anche secondo il senso de' più scrupolosi, che due, o tre once al più per arrivare al segno delle massime escrescenze, e bisogna necessariamente che fosse così, perchè se in alcuni luoghi sono stati necessari li sorprasogli, perchè l' acqua non sormontasse gli argini, crescendo once 17. di più, sarebbe stato quasi impossibile il difendersi.

Terzo, non sono perciò seguite tante rotte come per l' avanti, come costa dal sommario settimo della scrittura de' signori Ferraresi, dove si numerano otto rotte seguite nel Po dall' anno 1561. sino al 1596. e sole tre dal 1596. al 1686. ed in questo intervallo cominciò a correr Panaro nel Po di Venezia.

Quarto, il ramo d' Ariano s' è reso più profondo di prima, come già s' è detto, ec.

## SCRITTURA XV.

### DEL PO GRANDE

*Essendo stata data da' Ferraresi una scrittura sopra i medesimi tre articoli, replicò il Guglielmini in questa maniera.*

Altro è l' interrimento dell' alveo del Po, o sia alzamento del di lui fondo, altro quello alla foce, ed altro quello che si fa lateralmente sulle spiagge. Rispetto ai primi due costantemente si niega che sieno

per seguire con tutta l' introduzione del Reno, e se ne è detto nel foglio il perchè, e rispetto al terzo si concede, ma non ha che fare con la perdita del porto di Goro, che si trova alla foce del ramo di Ariano, non nelle spiagge, dove succedono le alluvioni. Il particolare degli scoli del Polesine di Ferrara si è sufficientemente esaminato nel nostro foglio, il che crediamo possa bastare per escludere l' asserzione contraria.

Circa il secondo articolo, se l' alzamento del fondo del *Po* a causa dell' allungamento della linea non avesse altro fondamento *che l' asserito* da' signori Ferraresi, da noi assolutamente si negherebbe, e non se ne sospenderebbe il giudizio come si fa sul riflesso di altre più potenti ragioni. Poichè non sussiste che intanto s' allunghi la linea, in quanto s' interrisce la foce, ma solo perchè le deposizioni laterali fatte sopra spiagge di poco fondo formano le ripe dove antecedentemente non erano, lasciando però sempre la stessa apertura allo sboccò, che per tal causa continuamente si avanza. Secondariamente il dire, che il fiume trova difficoltà a sboccare nel mare non ha che fare col prolungamento della linea, perchè quando succeda, come molte volte accade nei rami minori, *particolarmente* contrastati dalle burrasche, si aprono questi altro sbocco più breve, e più facile ad altra parte, e perciò piuttosto s' abbrevia che s' allunghi *la* linea. Terzo l' impedimento che fa il fondo dello sbocco dell' *alveo* al corso dell' acqua cagiona bensì, che la velocità del fondo *ex natura rei* maggiore, diventa minore, ma non però, come si asserisce, quasi stagnante in maniera da lasciare deporre le torbide; *altrimenti* seguirebbero continui alzamenti negli alvei dei fiumi; e tutte le foci di essi in breve tempo si obliterarebbero.

Da questi motivi adunque non siamo persuasi, che al prolungamento della linea debba necessariamente susseguire in ogni caso l' elevazione del fondo de' fiumi; certo nel Po non se ne trova indizio veruno; non ostante la linea più lunga, come si dice, di 14 *miglia*.

La nostra difficoltà consiste in determinare se quando il fiume per l' abbondanza dell' acque ha acquistato tanto di velocità da superare la contiguità delle parti, che costituiscono il proprio fondo sino a ridurle ad un piano orizzontale, possa perderla col prolungamento della linea, e perchè non sappiamo per ora determinarlo, siamo forzati di tenere in sospeso la risoluzione di questo quesito. Camminando però secondo le regole comuni de' fiumi minori, che richiedono inclinazione di fondo, sappiamo di certo non potere tale alzamento, quando vi fosse, riuscire che insensibile.

Circa il terzo articolo: che il Panaro faccia crescere l' acqua del *Po* non si nega, essendo giustificato il di lui alzamento circa mezzo piede. L' impedimento delle chiaviche è effetto del Po, non di Panaro,

e per applicarlo a quest' ultimo bisognerebbe mostrare, o terreni perduti per difetto di scolo dopo l' introduzione di Panaro, che non si ponno dedurre, anzi piuttosto noi potremmo addurre in contrario la bonificazione di sotto, e di sopra, che scolano alle chiaviche della Ca Rossa, e di Occhiobello fatte dopo la rivolta non solo del Panaro, ma di tutto il Po nel ramo di Venezia, oppure fare apparire quale e quanto sia il deterioramento della caduta delle chiaviche predette, con la comparazione dello stato antico col moderno, che noi crediamo migliorato dal considerare, che determinando i signori Ferraresi nel loro foglio l' estremissima bassezza del Po, forse da misure più antiche, alla soglia della chiavica Pilastrese, in oggi molto più s' abbassa, come dal detto comune di più testimonj esaminati in questa visita, come di fatto si abbassano le soglie dell' altre chiaviche come di quella della Massa, e più anticamente della Pilastrese.

Che i froldi che si trovano a Lago scuro uno di rincontro all' altro sieno effetti dell' accrescimento dell' acqua del Po per l' intromissione di Panaro, lo concediamo, ma non gli crediamo causati, che dall' angustia dell' alveo, che si trovava in quel sito, quale cessando, essi pure terminano, comecchè non hanno causa perenne come gli altri.

Le isole poi si formano ne' fiumi per più cagioni. La materiale certo è la sabbia, e lezza portata da' fiumi, l' efficiente poi è un rallentamento di moto, in quel sito da qual si sia causa, ma niente di ciò prova, nè che il Bonello della Stellata sia stato fatto da Panaro, essendo notato nella visita Centurioni più antica della di lui introduzione, nè che l' alveo del Po sia stato interrito da Panaro, se non in quel luogo particolare, in cambio del quale se ne avrà preso in altra parte quanto gli bastava, oppure per la troppa dilatazione si sarà ristretto in alveo sufficiente, e non eccedente. Che sia accresciuto detto Bonello non si nega, ma l' accrescimento non prova cosa alcuna di più di quello che faccia la sua prima produzione.

Rispetto all' interrimento del Po, già si è detto quanto occorreva in questo, ed altri fogli, nè qui si prova con migliori argomenti. Che gli argini sieno stati rialzati, cioè ritornati alla loro primiera elevazione poco prima della visita Borromea, può essere, perchè tutti gli argini, particolarmente che servono per vie pubbliche, come quelli del Po, col tempo si abbassono, ed hanno bisogno di riparo; ma che si sieno elevati di più per l' interrimento del Po, o per l' alzamento delle piene, si nega, anzi si è mostrato il contrario altre volte da' confronti delle misure della visita presente con quelle delle più antiche, e rispetto all' alzamento degli argini del Po d' Ariano, abbiamo detto quanto occorreva nel congresso precedente.

Anche nella visita Corsini furono esagerate le rotte seguite negli

argini di Panaro, dopo che dal Cardinal Capponi fu interamente rivoltato nel Po grande, e si dicevano seguite come ora per cagione di detta introduzione, ma quando il detto degnissimo Prelato volle saperne il netto, trovò che dette rotte erano seguite per causa di topinare, e ne restò assoluta la rivolta di Panaro. Ciò costa dal rogito fatto dal notaro Donati li 16. Aprile 1625., e dalla relazione di Monsignore predetto, e fu la cagione, che l'obbligò a soggiungere: *Non posso quì astenermi di dire, che converrebbe in somiglianti negozi camminar più sinceramente.*

Che poi sieno seguite rotte negli argini del Po, non si contrasta; vediamo bene, che dopo che Panaro corre nel Po, succedono meno frequenti di prima, onde piuttosto, se da ciò dovesse prendersi argomento, dovrebbe dirsi, che Panaro è il rimedio delle rotte, non la cagione. Tralasciamo di notare quello che si dice in proposito della rotta alla Trombona, cioè, che essa seguisse nel sito della coronella più forte, perchè ciò involve una manifesta contradizione.

## SCRITTURA XVI.

### DEL PO GRANDE.

*Due altri articoli furono sottoposti all'esame, al che soddisfece l'autore col seguente scritto; e sono:*

*I. Se messo il Reno nel Po grande si sia provveduto d'un rimedio reale alla parte destra del Po di Primaro.*

*II. Di quale spesa possa essere questa introduzione.*

Il nome di rimedio reale può avere diverse significazioni. Prima può intendersi per sicuro, secondo per perpetuo, terzo per adequato, quarto per universale.

La perpertuità all'immissione del Reno nel Po non si può negare, perchè, se in diversi tempi è corso nel Po, e se abbandonato, ha sempre tentato di unire la propria alla di lui corrente, non si dee dubitare, che facendosi ciò con buona regola, non sia per mantenersi in eterno possesso di tributare l' acque proprie al suo Sovrano.

La sicurezza pure è manifesta dal detto sin' ora in risposta degli articoli proposti dall' EE. VV., onde per questi due capi non si può temere, che non sia rimedio realissimo.

Che poi il mettere il Reno nel Po sia rimedio adequato a tutti i danni a destra del Po di Primaro, dipende dalle seguenti osservazioni.

Tutte le bonificazioni si fanno, o per essiccazione, o per alluvione. Per essiccazione, quando si ha luogo basso dove derivare l'acque

stagnanti sopra i fondi bonificabili, come s' è praticato in quelle di Mellara, Bergantino, Stienta ec. sulla sinistra del Po, ed in quelle del Polesine di Ferrara alla destra. Per alluvione poi, quando i fondi sono tanto bassi, che non possono avere lo scolo, o al mare per la nostra distanza, o poca caduta, o in qualche fiume reale di gran fondo per mancanza di esso in quei contorni.

Essendo che li terreni a destra del Po di Primaro sono di diversa condizione, bisogna perciò distinguere quelli, che non sono bonificabili, che per alluvione. Certo che la valle del Poggio di Marrara ec. se non per lo passato, almeno oggi è tant' alta di fondo, che può quasi del tutto essiccarsi, derivando l' acque vive del Reno nel Po grande, e regolando gli scoli verso quella parte, che più si credesse opportuna, la quale noi pensiamo possa essere il canale della navigazione tra Bologna, e Ferrara. Se poi fosse praticabile di voltare anche la Savena nel Po medesimo, non v' ha dubbio, che si scoprirebbero tutti li terreni situati a destra del Po d' Argenta, fino tutto il Traghetto, ma supposto, che ciò non sia fattibile, o per la lunghezza della strada, o per l' intersecazione de' due Polesini, bisogna voltare il pensiero alla considerazione, se la caduta di questo fiume al mare sia tanta da sperarne buon successo.

Noi troviamo la caduta di Savena dal dosso di Penna sopra il pelo alto di Primaro immediatamente sotto il Cavedone di Marrara piedi 8. 3. 8., come nel *Sommario* 22. della nostra scrittura; ci par pure di potere determinare la caduta del detto pelo di Primaro, sopra il pelo basso del mare piedi 17. 8. 3; adunque la caduta del dosso del Penna sopra il pelo basso del mare sarebbe piedi 25. 11. 11. tal caduta al certo non è sufficiente per portare la torbida della sola Savena al mare, ma dovendosi unire con gli altri fiumi inferiori Idice, Quaderna ec. può essere che tal caduta per tutti bastasse, particolarmente se si ritornasse il Lamone nel Po a S. Alberto, che servirebbe per cavarli maggiormente il fondo, ed aggiungere caduta proporzionale a' fiumi superiori.

Sia quello che si voglia intorno questo particolare, certo è, che siccome in tutti i tempi è sempre stato creduto, che le valli superiori possano bonificarsi per essiccazione, così è stato tenuto per fermo, non potersi far ciò nelle inferiori, che per alluvione, e perciò a tal fine furono a tempo di Paolo Quinto voltati tutti i fiumi inferiori nelle valli a destra di Primaro, acciò riempiendole, acquistassero coll' elevazione de' proprj fondi la necessaria caduta per iscolare l' acque proprie, e facessero sponda a' fiumi che vi scorrevano dentro. Se ciò sia sufficientemente ottenuto lo sapranno meglio di noi i signori Romagnoli, che hanno la pratica del paese, e della misura delle alluvioni seguite. Il che principalmente dipende dall' osservare,

se i fiumi Senio, e Santerno, dopo la loro introduzione nel Po di Primaro, abbiano stabilito il proprio fondo, oppure continuamente lo elevino; perchè da questo può dedursi ciò, che dovesse succedere a quelli che sboccano in Marmorta, ed a Savena medesima.

Perciò, o gli alzamenti seguiti nelle valli inferiori sono sufficienti o nò. Se sono sufficienti, divertito che sia Reno nel Po grande, basta attendere al regolamento de' fiumi inferiori, ed a quello degli scoli che vi stanno intermedj, e si avrà una bonificazione adequatissima. Se nò, bisogna dire, che non è anco venuto il tempo da consolare intieramente i popoli di quella parte; ma non perciò dovere trascurarsi di sollevare gli altri, che possono avere il rimedio facile, e pronto.

In ogni caso, quand' anche la remozione del Reno accennata non fosse rimedio adequato, e curativo di tutti i mali, non lascia però d'esserlo universale (che è la quarta intelligenza del reale) perchè ognuna delle tre Provincie non lascerà di sentirne molti buoni, e desiderabili effetti.

RISPETTO A BOLOGNA.

Prima assicurerà il suo territorio dalle rotte, che ora possono seguire dal luogo della diversione in giù.

Secondo, escavandosi a quel segno che si prova dalla delineazione della cadente, l'alveo del Reno, cesserà la necessità che presentemente si ha di alzare maggiormente gli argini, e di costituirne de' nuovi.

Terzo, si renderà lo scolo perduto a' terreni, che hanno l'esito immediato nell'alveo del Reno, come quelli di Bisana, e gli altri situati nella Penisola fatta dalla confluenza di Reno, e della Samoggia, e tal benefizio è evidente, che non si può ottenere, che dall'introduzione del Reno nel Po.

Quarto, non si spanderanno più sulla ripa destra del Reno verso le valli del Poggio le piene del Reno, e perciò:

Quinto, non s'avanzeranno più l'inondazioni all'insù, come hanno fatto sino al presente, anzi si riacquisteranno i terreni perduti, e si scopriranno molti altri, che non hanno mai veduto l'occhio del sole.

Sesto, gli scoli avranno esito felice.

Settimo, i mulini della Ca gioiosa, e gli altri situati sul canale Naviglio dal Bentivoglio in giù, acquisteranno le sue cadute a benefizio de' popoli abitanti in que' contorni.

Ottavo si stabilirà una navigazione perpetua, e continua, senza bisogno di Traghetti, non solo da Bologna a Ferrara, ma sino a Venezia.

Nono, la valle di Diolo resterà esente da' regurgiti di quella di Marrara, a' quali presentemente è soggetta, e se si regolasse la Savena, resterebbe intieramente bonificata.

Decimo, la valle di Marmorta restando esente dalle Pavesane di Reno, non si eleverebbe più alla gonfiezza presente; e potrebbesi in gran parte ridurre a coltura, regolando, e stabilendo le linee a' fiumi Idice, Quaderna, e Sillaro, e liberandola da' regurgiti de' fiumi inferiori col benefizio delle chiaviche.

Undecimo, si restituirebbe la pristina salubrità all'aria, ora infettata dalli avazamenti, ed accostamenti della valle alla città, ed in fatti ora riesce di certo pericolo abitare la pianura l'estate, perchè la maggior parte di quelli, che vi si portano a villeggiare, ritornano alla città infermi, cosa ne' tempi andati insolita in questi paesi.

RISPETTO A FERRARA.

Primo, si assicurerà da tutte le rotte a sinistra del Reno, alle quali ora è così soggetta, particolarmente nella Sanmartina, e sebbene dovrà difendersi da quelle a destra, ciò però sarà nel breve tratto di tre in quattro miglia, e poco sarà il pericolo per la deficienza de' froldi.

Secondo, resterà esente dalle rotte, che possono succedere a destra di Panaro nelle parti superiori sino al Bondeno, anzi per tutto il tratto, non avendosi memoria, che dal Bondeno in giù sieno succedute mai rotte.

Terzo, assicurerà, oltre la Sanmartina, anche tutto il resto della riviera a destra del Po di Primaro.

Quarto, acquisterà un gran tratto di paese dentro il circondario delle valli di Marrara, ora vallive, e Boschino, e tutto il terreno situato sulla ripa destra del Reno da Gallino in giù resterà esente dalla di lui inondazione, e ridurrassi ad una perfetta, e sicura coltura.

Quinto, ricupererà la navigazione con Bologna resa disperata nello stato presente di cose, nella conformità detta di sopra.

Sesto, con disfare le valli del Poggio, e di Marrara renderà molto più salubre l'aria della città di Ferrara, e se l'allontanamento della valle Sanmartina le ha apportato in questo particolare tanto benefizio, quanto ne può ella sperare dall'essiccare l'altre del tutto?

Settimo, si libererà anch'essa dalla spesa del continuo rialzo degli argini del Reno sul proprio territorio, anzi si porrà in sicuro da un evidente precipizio, che col tempo la minaccia Reno ritenuto nella parte di sopra della città, perchè dovendosi sempre più elevare di fondo, arriverà a tant'altezza, che non potrà più trattenersi fra gli argini.

Ottavo, si diminuiranno i pericoli che apporta l'acqua di Reno corrente da Primaro al Polesine di S. Giorgio, e si scemeranno di molto, se pure non si toglieranno affatto, le sorgive che insteriliscono.

Nono, le valli di Comacchio si renderanno esenti, se non intieramente, almeno in parte dai pericoli delle rotte, il che ridonda in sicurezza degli scoli del detto Polesine.

Decimo, nel circondario delle valli di Marmorta si acquisteranno molti terreni, parte perduti, parte sempre stati vallivi.

Undecimo, la terra d' Argenta resterà sollevata dal timore, e dal danno in che ora si trova.

RISPETTO ALLA ROMAGNA.

Prima, si libererà dalle espansioni, che si fanno a destra del Po di Primaro, o perchè il Po predetto non si eleverà tanto, come ora, o perchè, rimosso il Reno, può essere lasciata in libertà da difendersi con argini, e perciò;

Secondo, si scuoprirà gran quantità di terreni ora perduti, tanto nelle valli di Marmorta, quanto nelle inferiori.

Terzo, si migliorerà di scolo incomparabilmente, e li condotti non così presto s' interriranno, come adesso a causa delle espansioni del Po.

Quarto, si sminuirà il pericolo delle rotte ne' fiumi Senio, e Santerno per avere più felice lo scarico, e potrà arginarsi quest' ultimo fino al suo sbocco, con utile grandissimo delle campagne adiacenti, le quali ne' siti bassi potrebbero godere il benefizio delle alluvioni per via di chiaviche.

Quinto, il miglioramento dell' aria anco in questa parte non è sprezzabile.

Sesto, s' assicureranno le bonificazioni fatte in questo secolo, le quali per altro sono in pericolo di perdersi per accrescersi sempre più l' acqua del Reno nel Po di Primaro.

Settimo, molti mulini perduti per mancanza di caduta torneranno al suo essere primiero per l' abbassamento dell' acqua del Po.

Vi saranno forse altri considerabili benefizi, che a noi non possono esser noti, perchè privi della necessaria esattissima informazione della Romagnola, e Romagna; ma questi potranno esser notificati all' EE. VV. dalli signori Ravegnani, che sapranno bene esattamente rappresentarli.

CIRCA IL SECONDO.

La spesa della rimozione del Reno dalle valli, ed introduzione nel Po, non può precisamente determinarsi, senza un' esatta livellazione de' terreni per li quali si dee fare il di lui alveo, la quale non

essendo ora stata fatta, nè accordata l' antica de' signori Ferraresi non può determinarsi cosa veruna. Immaginandoci però, che per ora possa bastare all' EE. VV. a un dipresso la notizia della quantità di detta spesa, non lasciamo di rammemorare loro, che a cart. 131. della nostra *Raccolta di varie scritture ec.* si trova calcolata la spesa necessaria alla sesta diversione di Monsignor Corsini, che ascende alla somma di scudi 162364. dalla quale nella nostra ultima proposta, dovrebbero dettrarsi scudi 30000. per le chiaviche di Burana, e botte sotterranea per il canalino di Cento, ed altri scoli, spesa non necessaria nel nostro caso in maniera, che si ridurrebbe a scudi 132364. S' aggiunge, che molto meno costa per la di lei maggior brevità ec. la costruzione dell' alveo per la nostra ultima linea; ma computando l' eccesso per quello che si dovrebbe spendere in elevare gli argini del canalino di Cento, si crede, che la spesa poco si scosti dagli scudi 132364.

Similmente a cart. 31. si calcola la spesa necessaria per la diversione di Reno da Mirabello a Palantone, scudi 235526, ma circa la metà basterebbe nella nostra linea, avanzandosi tutta la linea del Po di Ferrara sino a Palantone.

S' avverte, che l' alzamento degli argini del Po, quando fosse creduto necessario per l' accrescimento dell' altezza nelle piene, con tutte le abbondanze, che immaginabilmente si posson dare, non ascenderebbe mai alla spesa di scudi 80000. dal che si conosce, che computando la spesa necessaria per la diversione di Reno, per l' alzamento degli argini del Po, per la navigazione, e per lo regolamento degli scoli ec. non oltrepasserebbe mai, anzi non arriverebbe a scudi 250000. spesa tollerabile, e facile ad esigersi, o in frutto, o in capitale, senza verun reclamo dalle provincie interessate.

Finalmente quando venisse il caso, si farebbero esattissimi scandagli, e siamo certi, che da essi apparirebbe la spesa molto minore dell' enunciata.

## SCRITTURA XVII.

### DEL PO GRANDE.

*Sopra i medesimi articoli avendo esibito il loro parere, il Guglielmini diede la seguente replica.*

Dal nostro foglio apparisce quali sieno i benefizi dell' introduzione di Reno in Po a ciascheduna delle tre provincie, i quali se sieno bastanti a farle meritare il nome di rimedio reale, lasciamo giudicare alle EE. VV.

Il pretender poi l' impossibile non toglie la realtà del possibile,

perciò quand' anche non si venisse a sanare in tutto il Polesine di San Giorgio, si può però sanare tutto il sanabile. Per altro non tutti i danni del Polesine predetto, hanno per causa l' acque del Po di Primaro, ma dipendono da più radicati principj. Si aggiugne, che se l' introduzione del Po di Lombardia. è creduto da' signori Ferraresi rimedio reale, e fattibile, non si leva loro la speranza di effettuarla.

Se poi le contradizioni togliessero la realtà ai rimedi, tal titolo non potrebbe applicarsi a veruno, e non lo meritava l' introduzione del Po nel ramo di Ferrara, non per questo, ma per altri moltissimi capi; e se l' introduzione del Lamone nel Po fu creduta rimedio reale, lo meritava ben anche.

Il disputar poi se il titolo di reale convenga, o nò all' introduzione del Reno nel Po di Lombardia, non fa niente al caso, ma bensì il considerare, quali e quanti sieno i benefizi, che ne risulteranno a pro delle tre provincie, se le operazioni sieno durevoli, e di sicura riuscita, e finalmente se sieno fattibili senza danno considerabile, e irreparabile degli altri. Il che essendo stato fatto da noi apparire, che concorre nel nostro rimedio di portare Reno nel Po grande, si spera che l' EE. VV. non sieno per negare a' popoli questo giustissimo sollievo.

Il calcolo fatto al tempo del sig. Cardinal Gaetano è per altra linea, diversa da quella di cui presentemente si tratta, onde non è applicabile al nostro caso. Secondo, contiene molte superfluità, ed equivoci, liquidati a questo tempo, e perciò non può apportarsi ne' tempi presenti.

Si concorre per altro nel sentimento de' signori Ferraresi, in ordine al dire, che non può determinarsi la spesa, se non dopo fatte le livellazioni.

## SCRITTURA XVIII.

### DEL PO GRANDE.

*Avevano i Ferraresi dedotte nuove risposte sopra due degli articoli antecedentemente dibattuti, cioè:*

*I. Quali effetti produrrà Reno alto in Po alto, e se potrà entrarvi.*

*II. Che alzamento d' acque vi cagionerà, e con quale altezza d' argini convenga provvedervi, e fino a dove questi si debbano rialzare.*

*Alle quali risposte replicò l' autore in questa guisa.*

Quando sarà stabilita con evidenza l' altezza ragguagliata del Reno di piedi 14, allora concorreremo col sentimento de' signori Ferraresi in questa parte.

Lo scaricarsi poi delle piene del Reno in più, o meno di tempo,

non arguisce la velocità dell'acqua, ma solo la durazione della causa della piena. Per questa ragione bisognerebbe che le piene di diversa durata, v. g. una di 10. ore, e l'altra di 20, avessero diversa velocità, cosa contraria al fatto. Il nostro argomento è stato questo: se la piena del Reno avesse la velocità di 8. miglia per ora, bisognerebbe che dopo arrivata al ponte della Via Emilia, giugnesse in dirittura di Ferrara al più in ore 4, stante la distanza non maggiore di miglia 30; ma per giugnere dal detto Ponte a Ferrara vi consuma 10, o 12 ore, dunque la velocità della piena di Reno non è di miglia otto per ora, e questo è l'argomento al quale si dee rispondere, e perciò essendo stato concepito con equivoco, non è maraviglia se anche la risposta ha l'istesso difetto.

Il dire poi che il Po ha 300. miglia di lunghezza, e non voler considerare la tortuosità, come si è fatto per Reno, è troppa parzialità. La distanza da' fonti del Po a linea retta sino al mare è sopra 300. miglia, e considerando l'andamento del Tesino dal suo principio sino al suo sbocco, e da questo al mare sempre per linea retta, oltrepassa le 350. *miglia*, *ma considerando le tortuosità poco si scosta dalle 600. E ponendo che il Po pieno facesse* 8. miglia per ora, la sua piena dovrebbe arrivare dal suo principio al mare in ore 75, o sieno giorni 3, ore 3, il che non è lontano dalla verità, ma a ragione di tre miglia per ora, stenterebbe per arrivare al mare giorni 8, ore 8: intervallo esorbitante; ed a ragione di miglia 5. per ora, richiederebbe lo spazio di giorni 5, e pure quando regnano scirocchi, e si disfanno le nevi nell'Alpi della Savoia, e delli Svizzeri, arriva la piena a Ferrara in giorni tre in circa, come portano le informazioni de' paesani, e quella del Reno al dire del p. Riccioli richiede ore 24. per arrivare dal suo principio al Po di Ferrara in distanza di 100. miglia, che sarebbe a ragione di miglia $4\frac{1}{6}$ per ora, e perciò la velocità del Reno a quella del Po, sarebbe come $4\frac{1}{6}$ a 8, quasi come quella, che noi abbiamo dedotta dal calcolo di 9 a $16\frac{23}{32}$. Veggasi dunque quanto bene s'accorda cogli effetti osservati il nostro calcolo, e quanto male le supposizioni de' signori Ferraresi, dalle quali deriva, che Reno dovesse venire dal suo principio a Ferrara in ore 12, quando ne vuole il doppio, e per far lo stesso richiedesse il Po giorni 8, quando 3 bastano.

Rispetto ai venti si replica, che l'autorità del Castelli è grande, ma si debbano prendere le di lui parole nel senso, che le porta di probabilità, particolarmente parlando esso d'un fatto da se non veduto, e dipendente dalle altrui relazioni. E poi molto maggiore fede esigono le di lui dimostrazioni, che le opinioni probabili, onde non debbono i signori Ferraresi ridurre allo stato di probabili le di lui proposizioni dimostrate, e donare poi l'evidenza alle mere probabilità.

In oltre facilmente si può conciliare il sentimento del Castelli con quelli del Cabeo. Il primo dice, che l'accrescimento del Tevere seguito senza piogge, o disfacimento di neve, fu *per il ritardo dell' acque*, ed aggiugne *da gagliardissimi, e continuati venti*, e questo noi crediamo fosse verissimo, perchè in due maniere può intendersi, che il vento ritardi la velocità dell'acqua ne' fiumi, o mediatamente, o immediatamente. Il primo con far gonfiare il mare, e tale dee essere ragionevolmente il sentimento del Castelli. Il secondo con soffiare contro la corrente, e questo è quello che vien negato con verità dal Cabeo; nè occorre portare la dubbietà del *mihi videor ec.* di questo autore, perchè tal detto casca sopra l' insensibilità, e di fatto chi avesse domandato al Cabeo se il vento fa elevare il Po un piede? non avrebbe risposto *mihi videor observasse ec.* ma avrebbe detto *se equidem observasse non ec.*

Si aggiugne, che l' efficacia del vento finalmente dee avere i suoi limiti, oltre i quali non passa, cioè, che può far gonfiare il Po tanto e non più, ed è ragionevole il credere, che gli argini di esso sieno d' altezza proporzionata a contenere tale gonfiamento, con di più il vivo necessario; ma è stato dimostrato da noi, che nelle sezioni, quanto più sono grandi, e più indebolita la velocità, tanto minore dee essere l' aumento di velocità per iscaricare maggiore acqua, e che questa poca velocità, ogni poco di altezza maggiore la dà; adunque che che sia dell' impedimento fatto da' flussi marini, e dal vento, che pure neghiamo, non dovrà farsi per l' introduzione di Reno altissimo in Po altissimo, neanche l' elevazione delle once 8 $\frac{2}{3}$ da noi asserita, e questo dee servire per risposta a ciò che si deduce dal corollario 9. del Castelli nel fine: che le condizioni sono quelle, che diversificano i casi, e che trattandosi di un fiume arginato, e premunito contro tutti gli effetti delle cause accennate, non vale la dottrina allegata, che solo s'adatta al Tevere disarginato. Nè si applica l' esempio delle Lagune di Venezia a questo del Po, perchè in quelle si trova l'acqua equilibrata, e senza contrasto, e qui disequilibrata, e col contrasto della corrente.

Per altro a noi non è mai occorso di vedere, che l' acqua de' fiumi ne' siti stretti si alzi, e si abbassi ne' larghi, bensì il fondo dell' alveo nel primo caso s' abbassa, e si alza nel secondo; e se i signori Ferraresi hanno luogo ove si faccia tale osservazione, sono pregati ad indicarcela, perchè possiamo soddisfarci. Ne' froldi si eleva l' acqua qualche poco di più, che nelle ripe opposte ad essi, e ciò nasce dall' impeto, che viene rintuzzato dal froldo, onde siccome tale alzamento è visibile, così dovrebbe molto più essere osservabile nel fiume, contro tutto il quale opera il vento, ma ciò non si osserva, adunque ec. Il ristagno poi del mare da noi non si nega, ma per

vedere quanto operi nel nostro caso, consideri la dimostrazione da noi esibita sopra questa materia.

Intorno al reciprocarsi le sezioni de' fiumi colle loro velocità, ciò è dimostrato dal Castelli alla proposizione 3. del primo libro, ed è replicato *in terminis* al corollario 4, benchè ivi non esprima la proporzione. Il Baliani ripete lo stesso *de motu gravium lib.* 6. *prop.* 2, ed è assunto dal Torricelli *de motu gravium lib.* 2, ed in fine *pag. mihi* 197. Il Riccioli *Geografia reformata lib.* 7 *cap.* 29. *pag.* 17, *e pag.* 10. *in terminis*, ed abbenchè asserisca poi succedere qualche irregolarità, dimostreremo in questa materia quanto occorre.

Prima supporremo, che il Po corre sempre nel mare, o sostenuto, o nò da' venti, e dal gonfiamento del mare; la ragione è manifesta, perchè altrimenti in un tratto sormonterebbe tutti gli argini.

Secondo, che durante gli impedimenti nella maniera di prima, quando il Po sarà elevato a quell' altezza, che esso più non accresca, o sminuisca tanto d' acqua esce dallo sbocco, e corre per qualsisia sezione nel primo tempo, che nel secondo. Ciò pure è manifesto, perchè se lo sbocco scaricasse più acqua di quella che viene, s' abbasserebbe il Po, se meno, s' eleverebbe; l' uno e l' altro contrario al supposto.

Poniamo adunque che AB, DC (*fig.* 5. *tav.* 3.) sia lo sbocco del Po nel mare, nel tempo che è basso, e che l' acqua che esso scarica in un dato tempo sia conformata in un prisma retto, di cui la base sia lo sbocco ABCD, certo è, che avrà qualche altezza, o lunghezza, che supponiamo sia CE, e questa sarà la velocità media dello sbocco ABDC, e la quantità assoluta dell' acqua sarà un prisma, di cui la base AD, e l' altezza CE.

Supponiamo ora che il mare si elevi, e con esso anche il pelo d' acqua del Po, e l' alzamento sia sino in FG, e lasciamo che l' acqua del Po faccia la sua superficie permanente, cioè che più non si elevi, nè s' abbassi. Correrà adunque per la prima supposizione non ostante l' acqua del Po in mare, ma per lo sbocco fatto maggiore FD; e perchè si suppone, che il Po non porti maggiore, nè minore corpo d' acqua prima del gonfiamento del mare, di quello faccia dopo il gonfiamento, e che la superficie del Po già sia resa permanente, dovrà scaricarsi per l' apertura dello sbocco FD in tempo eguale la stessa quantità d' acqua, che si scaricava prima del gonfiamento; e perciò conformata questa quantità in un prisma, di cui la base sia lo sbocco FD, sarà la di lui altezza v. g. GI la velocità media dello sbocco FB, perchè adunque il prisma d' acqua uscito dallo sbocco AD prima del gonfiamento, è uguale al prisma uscito dallo sbocco FD, saranno le basi di tali prismi reciproche all' altezze, ma le basi sono li sbocchi, e l' altezze sono le velocità, dunque le velocità saranno

reciproche agli sbocchi, ma gli sbocchi hanno la proporzione delle altezze, adunque le velocità hanno fra di se proporzione reciproca delle altezze, che ec. s' applichi questa dimostrazione alle sezioni diverse dello stesso fiume, e lo stesso si dimostrerà di questa ec. nè vale ciò che adduce il Riccioli, che i fiumi reali gonfiano più lontano dal mare, che vicino ad esso, attribuendo la causa all' incontro de' flussi marini, perchè ciò non è vero, che nel tempo fuori delle maree, e nasce dagli impedimenti che fanno le sponde, ed il fondo al corso dell' acque, le quali scemano quando il fiume s' avvicina al suo spianamento; e molto meno osta il soggiungere, che *fluvius non deonerat in mare tantam aquam, quantam ante aestum, sed immo recipit aquam a mare,* perchè ciò non è vero, che ne' primi momenti del ristagno, ne' quali sminuita la velocità, e non acquistata l' altezza sufficiente per fare la proporzione reciproca accennata, resta trattenuta nell' alveo una parte dell' acqua del fiume, il quale perciò gonfia, ma giunto che sia il gonfiamento al segno, che le altezze, e le velocità si reciprochino, non si fa maggiore, e torna a scaricarsi nel mare la stessa quantità d' acqua di prima, segno di che si è il non trattenersi più alcuna parte d' acqua nell' alveo del fiume, e perciò non cresce l' altezza.

Nel caso poi del ritardo fatto dal vento, non si vede, come si neghi da' signori Ferraresi questa proposizione, *ma le altezze dell' acqua prima, e dopo il ritardamento non hanno proporzione sensibile;* perchè se il Cabeo osservando attentissimamente non ve la seppe trovare, come si potrà mai asserire, che il fiume trattenuto dal vento sia sensibilmente più alto, che non trattenuto, e poi se fosse sensibile tal differenza a cagione del vento non potrebbe cadere in controversia veruna, conciocchè il corso del vento contrario essendo frequente, gli effetti sarebbero noti a chi si sia.

Intorno all' abbandonamento fatto dal Po dell' alveo di Ferrara, ciò non seguì totalmente sino all' anno 16.... perchè nelle escrescenze correva verso Ferrara accompagnato con Panaro, onde le piene tutte di questo, che sboccavano in Po alto, non mai andavano nel ramo di Venezia. Quando poi Panaro fu obbligato a scorrere nel Po alla Stellata, fu intrusa la piena di esso nel Po di Venesia, e trattenuta in esso Po quella parte d' acqua del Po, che prima correva verso Ferrara. Si è dato dunque il caso, che il ramo di Venezia non avvezzo a portarne nelle piene, che una parte dell' acqua del Po, restò di slancio obbligato a portarla tutta, e di più tutta quella di Panaro, eppure non crebbe sensibilmente, non ostante che secondo il calcolo de' signori Ferraresi avrebbe dovuto per l' intromissione di Panaro alzarsi la piena del Po sette piedi, ed anco di più, quanto richiedeva l' acqua di esso nuovamente obbligata a correre pel ramo di

Venezia. Si avverte poi che il nostro argomento non ha forza sopra gli argini di Panaro dal Bondeno alla Stellata, ma sopra quelli del Po della Stellata in giù.

Per altro introducendo il Reno nel Po, o in un luogo, o in un altro, non si varia la proporzione dell'acqua del Reno, a quella del Po, dedotta dal calcolo de' signori Ferraresi, come 1 a 4 $\frac{1}{2}$, come quella che dipende da un calcolo puramente aritmetico. Se poi tal proposizione sia consentanea alla ragione, ne giudichi chi ha veduto l'uno, e l'altro de' fiumi predetti.

All' esame che si fa da' signori Ferraresi della proporzione predetta, si replica, che nè autore, nè ragione veruna suggerisce di misurare l'acqua de' fiumi cogli stessi mezzi co' quali si trova la capacità dell' alveo dalla sua origine sino al fine, come qui si vide praticato, perchè volendo sapere l' acqua che porta la piena d' un fiume, bisogna tener conto del tempo che dura, e della velocità colla quale corre, e la lunghezza dell' alveo non vi ha che fare; perchè più acqua non porterà il Reno per avere l' alveo sboccante al mare, di quello che porti *scaricando nella valle*. Ciò pensiamo poter bastare *per fare apparire l' erroneità di tal metodo*, per altro diremmo, che non si sa quali sieno le misure, che s' adoprano per rinvenire i piedi cubi 479998800, che si dicono essere il corpo di tutta l' acqua del Reno, e per qual cagione in vece delle miglia 57, che paiono attribuite alla lunghezza dell' alveo del Reno, non si prenda tutta la distanza dal principio di esso al mare, come si è fatto del Po. Aggiugneremmo, che l' alveo d' un fiume non è della istessa altezza, e larghezza per tutto, e però volendo anche misurare la capacità d' un alveo, non si può applicare la larghezza, e profondità d' una sezione a tutto il tratto di esso, particolarmente quando il fiume viene di tanto in tanto accresciuto da altri influenti ec. il restante del calcolo come appoggiato sopra falso fondamento, e piuttosto adattato a misurare acque stagnanti, che correnti, si tralascia.

Del resto, o l' acqua del Po a Lago scuro è stata sinora qualche volta sostenuta da' venti, e flussi marini, o no. Se no, adunque tali cause non potranno operare almeno in tal luogo. Se sì, adunque non ostante tali impedimenti non si solleva più di piedi 32; ma operando tali cause si dice da' signori Ferraresi, che il Reno alzerà il Po piedi 7, adunque 46 Reni de' quali si dice costare l' acqua del Po nella seconda replica farebbero d' altezza piedi 322. Tale esorbitanza non si può dire, adunque bisogna dire, che l' acqua del Reno non alzerà il Po piedi 7, nè 4, nè 3, nè 2, nè 1, ma solo once 8 $\frac{2}{3}$, come nasce dal dividere i piedi 31, o 32 di altezza del Po egualmente in Reni 46.

La verità si è, che l' acque nell' alzarsi di corpo crescono di velocità:

che i venti contrarj non ritardano loro il corso sensibilmente, e che i flussi marini operano, che minore altezza fa un fiume tributario aggiunto ad un reale in tempo che è ristagnato, che quando corre liberamente senza ristagno. Nè vale a dire, che il Reno s' introdurrà in luogo dove manca la caduta, e comincia il ristagno, e perciò ivi farà maggiore l' altezza, perchè dato anche tal supposto non vero, già si discorre d' introdurlo nel luogo dove operando tutto quello che ponno i venti contrarj, e il flusso marino, il Po non s' eleva più di piedi 31. o 32, cioè a dire dove è costituito in tal velocità da scaricare coll' altezza di once 8: 4. (come vien calcolato dagli istessi signori Ferraresi) un corpo d' acqua eguale a quella del Reno. Che dunque si ha da dubitare della verità del nostro calcolo, mentre anco lo stesso de' signori Ferraresi appoggiato sopra i loro supposti non ne ha di vantaggio?

Che poi l' opinione del Castelli non si dimostri per vera, non fa caso, ma ciò non si verifica della proposizione sulla quale abbiamo appoggiato il nostro secondo calcolo, come dimostrata, e concordante colle sperienze anche a vantaggio della operazione, anzi col detto conforme di più testimonj esaminati nelle visite Borromea, e presente, che depongono che Panaro alto non fa crescere Po alto più di mezzo piede, e chi dubita, che Panaro, e Reno non sieno due fiumi d' eguale quantità d' acqua?

Finalmente che non si possano calcolare le quantità delle acque col fondamento della sola proporzione della velocità senza sapere la *quantità* di questa, è sentimento non uniforme a quello di chi ha scritto sopra questa materia, e dimostrato in più luoghi da diversi autori, altre volte citati, anzi senza tale proporzione, o abbiasi in termini reali, oppure astratti non si può fare cosa buona. Perciò non ci estenderemo a rispondere a questo nuovo sentimento.

# SCRITTURA XIX.

## DEL PO GRANDE.

*Mentre si andava esaminando il progetto d' introdurre il Reno nel Po grande, come nell' antecedenti scritture si è veduto, non era per anco terminata la livellazione delle campagne per le quali passava la linea di diversione che si dibatteva, nè quella che contemporaneamente ne risultava della pendenza esatta del Reno. Compite poi che furono le livellazioni in Novembre 1693. il Guglielmini diede la seguente scrittura per cui mostra che la linea cadente dell' inalveazione predetta camminerebbe col fondo in ogni luogo fra terra, e quanta dovrebbe essere l' escavazione ne' siti più rimarcabili.*

Non si può delineare sopra un profilo di livellazione la linea cadente del fondo d' un fiume nuovo, se prima non si dà per liquidata la caduta che possa bastargli per non deporre le materie portate dall' acqua, cioè limo, o arena. Quindi per determinare la cadente dovuta alla nuova inalveazione di Reno dalla Botta Ghislieri sino al Po grande alla Stellata, è necessario prima assicurarsi quanto mai sia possibile quale sia la caduta presente di Reno.

Al quale effetto medianti esattissime livellazioni si è trovato che il fondo di Reno alla botta Ghislieri ha di caduta sulla soglia della chiavica Pilastrese piedi 27. 7. 7. come sta espresso nel profilo. Parimente il fondo di Reno in faccia a Cento ha di caduta sulla medesima soglia piedi 31. 3. 9, come si calcola dalla livellazione fatta coll' acqua stagnante del canalino di Cento, ed apparirà, salvo l' errore di calcolo, dal profilo di essa che stanno delineando i periti.

Perciò la caduta del fondo di Reno da Cento sino alla botta Ghislieri viene ad essere piedi 10. 8. 2. Ma la distanza di Cento dalla predetta botta Ghislieri misurata secondo l' andamento degli argini, è di pertiche 4329, perciò ragguagliata la predetta caduta a miglio Bolognese di pertiche 500. ne viene per miglio piedi 1. 2. 9 $\frac{1}{3}$; con tale caduta dunque corre il Reno senza deporre arena, ed avendola maggiore tanto anderà scavando, ed abbassando il suo fondo sino a ridurlo alla predetta inclinazione.

Non v' ha dubbio che per quel tratto che Reno, e Panaro dovranno scorrere uniti insieme, la caduta necessaria non sia per riuscire anco dimolto minore; ma ciò si lasci senza considerarsi in vantaggio delli contradittori, e non si pensi nemmeno all' abbassamento dello sbocco nel Po, che dovrà seguire necessariamente per l' unione de' due fiumi, e che terrebbe di tanto più bassa la situazione della cadente cercata.

Suppongasi pertanto che il fondo dello sbocco debba essere orizzontale alla soglia della chiavica Pilastrese, e che la caduta che basta a Reno solo sia necessaria per Reno, e Panaro uniti, e calcoliamo su quest' unico supposto la situazione del fondo della nuova inalveazione di Reno in diversi luoghi.

Primieramente adunque costa dalla pianta concordata, che la lunghezza della linea tirata dall' intestatura del Po grande per abbreviare l' andamento di Panaro, è di pertiche 1676, e la caduta necessaria è di piedi 4. 1. 6 $\frac{1}{2}$, ma la presente caduta, come apparisce dal profilo è di piedi 5. 8. 9, adunque il fondo di Panaro all' intestatura del Bondeno, verrà ad escavarsi piedi 1. 7. 2 $\frac{1}{2}$, e quello di più che porteranno le accennate considerazioni. Da che ne segue che trovandosi la soglia della chiavica di S. Giovanni inferiore al fondo di Panaro piedi 1. 5. 11, seguita tale escavazione verrà ad essere superiore al medesimo piedi o. 1. 3 $\frac{1}{2}$ con grandissimo vantaggio del di lei scolo, che acquisterà di caduta piedi 1. 7. 2.

Secondo, per fare apparire quanto d' escavazione debba farsi nel maggior fondo delle campagne de' Venieri, che sono situate tra il Po di Ferrara, e il canalino di Cento, si osservi essere esse distanti dal Po grande per l' andamento della linea proposta pertiche 2324. con caduta sopra la soglia della chiavica Pilastrese, per quanto apparisce dal profilo piedi 6. 7. ma la caduta dovuta alla predetta distanza è di piedi 5. 8. 8 $\frac{1}{2}$, adunque nel detto maggior fondo delle campagne de' Venieri dovrà farsi una escavazione profonda piedi o. 10. 4, e quello di più che il fiume profonderassi per l' abbassamento del fondo di Panaro evidentemente maggiore del supposto.

Terzo, il maggior fondo della Valletta detta la Valigia ha di caduta sulla soglia della Pilastrese piedi 7. 4. 3. ed è distante dal Po pertiche 2535, alla qual distanza la caduta necessaria è piedi 6. 3. o. adunque nel maggior fondo della Valigia l' escavazione necessaria sarà piedi 1. 1. 3.

Quarto, per far vedere che caduta avrà il Canalino di Cento sopra il fondo della nuova inalveazione, si premetta che la di lui distanza dal Po è di pertiche 2424, e il di lui fondo ha di caduta sulla soglia Pilastrese piedi 7. 2. 9. La caduta che si deve alla predetta distanza è di piedi 5. 11. 8, adunque l' escavazione necessaria nel punto dell' intersecazione del canalino sarà piedi 1. 1. 1, e tanta sarà la caduta che acquisterà il fondo del canalino sul fondo della nuova inalveazione.

Quinto, il simile si ripeta per lo fondo della Savenuzza regolato sulla di lei soglia. È lontano il punto dell' intersecazione di questa dal Po grande pertiche 2495, ed ha caduta sulla soglia Pilastrese piedi 6. 5. 9. ma il di lei pelo vi ha caduta piedi 9. 1. 9. La caduta

necessaria alla predetta distanza è di piedi 6. 1. 9; adunque il di lei fondo resterebbe superiore al fondo dell' inalveazione piedi o. 4. o, e il di lei pelo avrebbe di caduta sul fondo predetto piedi 3. o. o.

Finalmente colla stessa regola si calcoli quanto Reno verrebbe ad essere incassato alla Botta Ghislieri, e quanto si abbasserebbe il di lui fondo presente in quel sito, quando si facesse la da noi proposta diversione. La distanza della Botta Ghislieri dal Po, è di pertiche 3562, e la caduta del piano di terra immediatamente contiguo all' argine sopra la soglia Pilastrese è piedi 16. 11. 6. La necessaria caduta per detta distanza è piedi 8. 9. 4. Adunque l' escavazione che dovrà farsi in tal sito sarà piedi 8. 2. 2, alla quale aggiunta l' elevazione del fondo di Reno presente sopra il piano della campagna piedi 3. 8. 1. sarà piedi 11. 10. 3, e tanto s' abbasserebbe il fondo di Reno in detto sito, seguita che fosse l' inalveazione proposta.

Ma considerando la verità del fatto, che lo sbocco di Reno, e Panaro uniti dovrà restare più basso della soglia della chiavica Pilastrese per lo meno piedi 2, il che fuor di dubbio dovrà succedere, essendo quasi tale lo sbocco di Panaro, di tanto si accresceranno l' escavazioni calcolate, di maniera che all' intestatura del Bondeno s' abbasserà il fondo del Panaro piedi 3. 7. 2, nelle campagne de' Venieri crescerà l' escavazione a piedi 2. 10. 4, nella Valigia a p. 3. 1. 3. in faccia al canalino di Cento a piedi 3. 1. 1. all' incontro della Savenuzza a piedi 2. 4. o; ed alla Botta Ghislieri a piedi 10. 9. 4, in maniera che la chiavica di S. Giovanni, o di S. Bianca guadagnerà di caduta di fondo piedi 3. 7. 2, il canalino di Cento p. 3. 1. 1, e la Savenuzza piedi 2. 4. o.

Tutto ciò sia detto per ora ad effetto di far evidentemente costare, che il fondo della nuova inalveazione di Reno nel Po grande non camminerebbe in luogo veruno sopra il piano delle campagne.

## SCRITTURA XX.

### DEL PO GRANDE

*Erano di nuovo stati messi in campo da' Ferraresi, per frastornare l' immissione di Reno nel Po, gl' interrimenti temuti del Po d' Ariano; per togliere il qual sospetto il Guglielmini presentò la scrittura che segue.*

Che il ramo d' Ariano fosse anticamente di poco fondo, e non navigabile in tutti i tempi, e che il medesimo si rendesse con la perdita del ramo di Ferrara capace di esserlo in ogni stagione, ce lo assicura l' Aleotti sul bel principio della sua difesa a c. 5. Da ciò si

deduce, che l' abbondanza dell' acque contribuisca a renderlo navigabile, e la scarsezza a privarlo di simil dote, tanto utile, e tanto sospirata da' signori Ferraresi, come quella che è creduta essere l' unico sostentamento della loro città, e per restituire la quale al ramo di Ferrara non hanno tralasciato di muovere ogni pietra anco con danno delle provincie confinanti, e con ispesa ben grande del loro erario. Per accrescere la navigazione del Po d' Ariano fu sentimento dell' Eminentiss. Donghi Legato di Ferrara accomodare così il filone del ramo di Figarolo, che imboccando in un taglio manufatto detto *Donghi* dall' Autore che lo comandò, o Contarina dal Padrone de' terreni su' quali fu eseguito, portasse la maggior parte dell' acque del Po nel predetto ramo d' Ariano, come che l' abbondanza dell' acqua potesse cagionare nel di lui alveo una più che mediocre escavazione di fondo, e con ciò porgere un conveniente sostegno alle navi *solite* a solcare questo fiume, e sebbene tale taglio non ebbe l' *ultimo compimento*, ciò però fu non perchè non se ne sperasse certissimo l' effetto, ma, o come apparisce dalla visita Corsini, perchè li signori Veneziani vi si opposero, dubitando che attesa la brevità della linea la navigazione intieramente si perdesse dalla loro parte, oppure come ultimamente hanno più volte asserito li signori Ferraresi, perchè fu dubitato che accrescendosi la copia dell' acqua si cagionassero dilatazioni di alveo atte a ridurre a nulla la terra di Ariano, che giace appunto sul bordo delle ripe presenti. Comunque sia egli è certo, che il *comune* consenso degli uomini non esclusi nemmeno i medesimi signori Ferraresi, è stato, ed è che l' abbondanza delle acque che *sieno per* introdursi nel Po d' Ariano, sieno esse o chiare, o torbide, che tali pure sono quelle che porta il Po grande, quando si accresce la frequenza delle piogge, debba rendere felice la di lui navigazione.

Corrobora il predetto sentimento comune l' esperienza de' fatti andati, e senza ripetere il dì sopra allegato con l' autorità dell' Aleotti, che il Po d' Ariano si rendesse navigabile in ogni tempo all' accrescere che fecero le acque nel ramo di Venezia per l' abbandono di quello di Ferrara, certo è dal liquidato nella visita Corsini, che l' anno 1625. in tempo di acqua bassa non poteva navigarsi il Po d' Ariano che coll' aiuto del flusso marino, e di fatto i periti spediti da *quel* Prelato non poterono entrare in tempo di riflusso con una Peotella impediti da un dosso, che poche pertiche oltre la punta d' Ariano si manifestava, non lasciando di fondo di acqua, che circa piedi 1. dove intesero che al dì sotto ve n' era un altro di simile natura; quindi furono obbligati a retrocedere, ed a proseguire il loro viaggio pel ramo di Corbola sino al mare. Erano due, o tre anni al più, *che* il Panaro per pochi mesi tirato sotto le mura di Ferrara, ed *obbligato* a scorrere pel Po di Volano, era stato intieramente *rivoltato*

al Po grande, ma ancora durava l' uso di tagliare nelle piene perciolose del Po grande l' intestatura del Bondeno per isfogare pel ramo di Ferrara il gonfiamento soverchio dell' acqua, la qual consuetudine l' ultima volta si praticò l' anno . . . Nei nostri tempi adunque corre l' acqua di tutto il Po accresciuta da quella di Panaro per l' alveo proprio senza ricevere sfogo da parte veruna, e gli effetti seguiti dall' accrescere l' acqua al tronco principale del Po, e per conseguenza anche con la dovuta proporzione al ramo d' Ariano, sono che questo in oggi si naviga non solo in tutte le stagioni dell' anno, ma in ogni stato del Po, sia alto, o basso, e parimente sia egli o nel flusso, o nel riflusso; ciò che è stato liquidato nell' ultima visita, nella quale in tempo di Po basso si navigò per esso senza veruno impedimento con Bucintori assai grandi, e carichi, avendo trovato il minor corpo d' acqua nel di lui tratto di piedi 4.

Quindi non apparisce con qual fondamento modernamente da' signori Ferraresi si asserisca più di quello fosse per lo passato interrito il Po d' Ariano, col solo debolissimo motivo che gli argini di esso sieno stati modernamente rialzati da Monticelli sino alla Mesola, poichè *dato anche la* verità del *supposto*, esso al più non arguisce, che una maggiore elevazione delle piene; ma niente affatto d' alterazione del fondo, la quale elevazione può procedere o dall' impedimento inferiore fatto dal ramo della Donzellina, avanzatosi sino ad intersecare con la sua corrente il corso di quello d' Ariano, o piuttosto da maggiore introduzione di corpo d' acqua cagionata dall' essersi mutato il froldo dalla banda sinistra dove per lo passato si osservava, alla destra dove di presente si trova, oltre che egli è certo, che al tempo della visita Borromea gli argini del Po d' Ariano erano affatto trasandati, onde facile è il credere che dopo ridottasi per la vecchiaia, e per la negligenza in istato di non potere più prestare il loro officio sia convenuto ripararli, come è succeduto in diversi luoghi al Panaro, ed al Po grande, e della quale riparazione abbisognano in oggi quelli del Polesine di Gorzone senza che però si concluda l' elevazione de' fondi, che loro stanno immediatamente soggetti; ma più d' ogni altra, probabile cagione dell' elevazione degli argini predetti si è la protrazione della linea, e l' avanzamento in mare dello sbocco del Porto di Goro, essendo osservazione comune, che gli argini vicino al mare in ogni fiume riescono bassissimi, sino a ridursi al niente su la spiaggia ma in distanze più grandi cresce la necessità della loro maggiore elevazione; quindi non è maraviglia se trovandosi una volta lo sbocco del Po d' Ariano poco sotto il Palazzo della Mesola, cioè dove ora si trova la torre di Goro, ed essendosi nel medesimo in oggi avanzato più oltre di molte miglia in maniera, che que' siti, che allora si potevano dire quasi sulla spiaggia, ora restano considerabilmente

lontani dal mare, non è maraviglia dico se i siti medesimi che una volta si contentavano di argini assai bassi, poscia ne abbiano richiesti de' più alti, dal che ne sia poi derivata la necessità di alzare gli argini da Monticelli alla Mesola, che appunto erano gli inferiori.

Pretesero i signori Ferraresi nel congresso tenuto sopra questa materia di sfuggire la forza dell'argomento sopra esposto, dedotto dal confronto dello stato in che si trovava il Po d'Ariano nel tempo della visita Corsini con quello, che gode al presente, col dire che il predetto Po d'Ariano, ora meglio si naviga, che per lo passato per causa di una rotta seguita nel di lui argine destro, detta la rotta della Marchesa, che non solo escavò il di lui fondo, ma corrose le sècche di S. Maria, cioè certi dossi, che si trovavano poco sotto la punta d'Ariano, ma questa medesima risposta maggiormente prova, che il Po d'Ariano non è interrito, perchè primieramente ne viene confessata l'escavazione, termine *ex diametro* opposto alla replezione, ed interrimento, in maniera che il fatto resta accertato qualunque sia la cagione di esso. Secondo. Egli è confessato da tutti, che le secche di S. Maria erano composte di Tivarro resistente alla forza ordinaria del Po d'Ariano, e per tali furono riconosciute in ogni tempo, dal che ne segue, che esse non erano nate per deposizione veruna di torbida, come succede agli interrimenti, ma solo per natura della materia, che le formava, anzi dall'esser sempre state scoperte dette secche, e non mai accresciute per deposizione di materia arenosa, o limosa, ne viene in manifesta conseguenza la velocità del Po d'Ariano essere stata sempre tanta da non lasciar deporre nel sito delle secche le torbide di sorte veruna, dal che con nuova illazione si deduce, che se sulle secche predette, dove minore era il corpo d'acqua non succedevano deposizioni, molto meno potevano succedere negli altri siti, dove era più abbondante, e più facilmente risentiva i flussi marini. Terzo. È comune osservazione nelle rotte de' fiumi, che l'escavazioni di fondo, che succedono al di sopra, e gl' interrimenti che si osservano seguire al di sotto, chiusa che sia la rotta, e tornato il fiume al suo corso primiero in breve tratto di tempo li dossi nuovamente si escavano, e l'escavazioni tornano a riempirsi, sinchè il fiume abbia restituita a se medesimo la cadente del proprio fondo dovutali dalla combinazione delle cause operanti; quale adunque è stata la cagione per la quale dopo seguita la chiusura della rotta della Marchesa non sono ritornate a manifestarsi le secche di S. Maria, come avrebbe dovuto succedere, se esse fossero state una parte del fondo proprio alle acque, che scorrono pel Po d'Ariano, e non più tosto avessero l'acque predette sempre tentato di roderle, abbenchè per la loro poca forza senza frutto, il che ottenuto in occasione della rotta predetta, l'acqua medesima accresciuta di corpo ha

potuto da allora in qua mantenersi il fondo, senza segno veruno d' interrimento.

Mezzo opportuno sarebbe per convincere la verità della nostra intenzione combinare le misure antiche con le prese nell' ultima visita, se quelle fossero state legate, come le nostre a termini stabili, ma perchè sono esse state fatte senza precisa determinazione del luogo, e del pelo d' acqua, ci conviene restare privi di questa prova; solo troviamo nella visita Borromea uno scandaglio fatto alla chiavica de' Quattro occhi in faccia alla terra di Ariano, dal quale vediamo ciò che può dedursi al nostro proposito.

I periti che furono impiegati nella visita dell' acque l' anno 1660. fecero molti scandagli nel Po d' Ariano, e fra questi un solo è legato al sott' arco e soglia della chiavica del Canal Bianco, che sta in faccia alla terra di Ariano. Da questo apparisce che il fondo del Po in detto sito restava più basso della soglia della chiavica predetta detta de' quattr' occhi, o Guglielmina piedi 6. 2. 0, e del sott' arco della chiavica medesima piedi 15. 10. 0. Nell' ultima visita, il giorno *19. Maggio 1693.* si è fatto altro scandaglio nel sito medesimo, *dal quale risulta*, che il fondo predetto resta più basso della soglia della medesima chiavica de' quattr' occhi piedi 6. 4. 2, e del sott' arco della stessa piedi 16. 3. 0, talchè paragonando la bassezza del fondo medesimo sotto il sott' arco, sarebbe la differenza once 5. che mostra sempre più basso il fondo presente dell' antico. Tale differenza però è insensibile, come concernente alle mutazioni, che quotidianamente si osservano negli alvei de' fiumi, che ora si alzano, ora si abbassano, secondo le diverse direzioni del filone, e secondo la permanenza, o deficienza delle concause, che alterano le regole generali delle situazioni delle cadenti. Si può adunque da questo scandaglio assai accertatamente concludere, che il fondo del Po di Ariano della visita Borromea, sino al giorno presente non sia sensibilmente alterato, e che mantenga la sua cadente, come gli altri fiumi, che hanno esito reale; essendo per altro inutile fare un ragguaglio insieme di tutti quelli nella visita Borromea, e paragonarlo ad altro simile di tutti li fatti nella visita ultima, portando tal calcolo un' infinità d' incertezze, per evitare le quali sarebbe stato d' uopo avere avuto nell' uno, e nell' altro tempo molte necessarie riflessioni, ed avvertenze, per altro non praticate, come occorrendo si farà manifestamente vedere.

# SCRITTURA XXI.

## DEL PO GRANDE.

*Per mostrare sempre più chiaramente la necessità del rimedio richiesto, cioè dell' introduzione del Reno nel Po grande, esibì ancora il Guglielmini lo scritto che qui aggiugniamo, da cui si rende palese l' accrescimento sempre maggiore delle inondazioni seguite sul Bolognese.*

Dopo che voltato Reno nella Sanmartina si credeva di trattenerlo qualche tempo cell' aiuto degli argini circondarj, che vi furono fabbricati, restarono immediatamente deluse le speranze di chi aveva consigliata tal diversione, perchè alle prime piene, rotte le arginature si versò l' acqua dalla parte del Bolognese, e cagionò inondazioni tali, che obbligarono i Bolognesi di farne le dovute rimostranze alla s. m. di Paolo V. allora regnante, il quale con suo Breve particolare spedì monsignor Centurioni a riconoscerne in fatto la verità.

Cominciossi la visita di questo Prelato a dì 27. Agosto 1605., ed in essa si liquidarono i danni esposti a N. S., che non oltrepassavano l' arigine sinistro di Riolo, ristretti nelle Ville del Cominale, e di Caprara, oltre qualche altro danno simile originato dal gonfiamento delle valli nel circondario di esse.

Che il danno non oltrepassasse l' argine di Riolo, si fa *manifesto* dal leggere in detta visita sotto il dì 8. Settembre, che dai Ferraresi fu indicato un soprasoglio alto piedi 1. 4. sopra gli argini vecchi di Riolo, che i medesimi Ferraresi dissero essere fatto per difendere l' acqua del condotto Riolo, acciò non andasse a dannificare le campagne a mano destra.

Che non si estendesse che alle ville accennate, si fa chiaro dai contrasti seguiti fra Bolognesi, e Ferraresi sopra il dubbio se veramente il Cominale, e Caprara nuova erano, o nò stati bagnati l' inverno, e primavera antecedente dall' acque del Reno, negandolo i Ferraresi, e portandone in prova i raccolti esistenti nelle case dei contadini, le stoppie, ed erbe, che ancora apparivano su le campagne, e rispetto ai siti dove maggiori ne apparivano, e più certe le vestigia, asserendo essere vallive di sua natura; anzi da una postilla fatta dal medesimo Prelato di mano propria ad un foglio dato sopra questo particolare, dove esprime, che *il Cominale non è valle, ma ve ne è parte di buona, e parte di cattiva ec.*

Nella medesima visita si andò in carrozza per la via pubb*lica* dal ponte del Mulinazzo sino all' arginino della Pontanara, che *era* sul

Ferrarese di là dalla torre dell'Uccellino, e ciò oltre la visita è confermato con una simile postilla.

Ora tutti gli accennati siti sono ridotti a valle, come è manifesto dall' ultima visita, e le inondazioni oltrepassano di molto l' arginatura destra di Riolo.

Finita la detta visita morì monsignor Centurioni, ed in suo luogo fu mandato dallo stesso Pontefice monsig. Gaetano, che fece una visita particolare sopra la qualità delle accennate inondazioni cresciute al maggior segno, e cominciò a dì 16. Gennaio 1606, e durò per tutto il dì 20. dello stesso mese, nella quale essendo costato quanto occorreva, fu poi sotto li 17. Febbraio 1606. pubblicato il decreto del taglio degli argini del Po a Longastrino per liberare il paese inondato.

Bastò per allora a questo Prelato di accertare la vastità enorme delle inondazioni, ma poco dopo mandò il sig. Andrea Chellini suo Auditore a segnare i confini a' quali si estesero, il quale cominciò la sua visita, ed operazione li 11. di Marzo 1606, facendo conficcare pali grossi sino al numero di 116. nei confini delle inondazioni, descrivendo i luoghi dove ad uno per uno furono piantati.

Forse non sarebbe difficile riscontrare almeno a un dipresso il luogo di ogn'uno di essi, ma ciò richiederebbe una visita particolare, e la notizia de' diversi contratti, che ponno essere seguiti sopra i fondi de' particolari, de' quali per lo più si nominano i padroni.

Nondimeno nella detta visita si assicurano alcune particolarità, che porgono gran lume a riconoscere quanto in oggi sieno avanzate le inondazioni medesime.

Sotto il dì 23. detto si piantarono tre pali nel comune della Pegola, poscia si passò a piantarne uno nel comune di Guasseto, indi se ne posero quattro nel comune di Maccaredo, e poi due in quello di S. Vincenzo, e finalmente si entrò nel comune del Poggio ec.

Da ciò manifestamente si deduce, che le inondazioni da questa parte non si estendevano oltre i detti quattro comuni dalla parte di sopra. Adunque si sono estese in Rubizzano, Cinquanta, Olmo, Cenacchio, comuni superiori ora inondati.

Si nominano inoltre i beni dell' Arciprete di S. Anna di Ferrara, incontro a' quali si piantò un palo. Questi terreni ora sono valle formale, e sono stati comprati da' signori Zanchetti.

Nel comune del Poggio fu piantato un palo sull'argine Segadizzo, ora sotto l' argine rotto si è inondato tutto il paese intrachiuso.

A dì detto nel comune di Galiera si piantò un palo sull'angolo appresso il Ponte de' Frati sopra Scorsuro, e un altro su i beni de' signori Malvezzi sull'angolo diritto la torre de' Frati. In questa visita si è veduto un mare d' acqua di sopra la torre di Coccenno de' Padri di S. Michele in Bosco.

Perchè i detti pali non fossero rimossi ne fu fatta proibizione con bando particolare da monsignor Gaetano, e ne fu lasciata nota distinta ai massari, perchè ne avessero buona custodia; nulla di meno essendone abbattuti molti, furono fatti rimettere dal signor Cardinale Caponi l'anno 1621, e se ne ha visita particolare, ma dopo intieramente si trascurarono.

L'anno 1625. nella visita di monsignor Corsini li 19. Febbraio si osservarono certi prati vicini alla Casaccia de' signori Lambertini, altre volte prati buoni, e terreni coltivati, allora ridotti a pascoli da bestie. Nella visita ultima per detti prati si è navigato, e l'acqua entra nella Casaccia predetta.

A dì 20. Febbraio il Cominale, Caprara nuova, e Raveda sono detti boschivi, bedostivi, e sterpolivi, e vengono pure nominati per interriti dalle torbide di Reno; ed ora, non ostante l'alzamento, sono valli.

Dal cantone di Riolo sino alla torre di Coccenno si videro i terreni a destra, e sinistra, che parte si bagnano, e parte patiscono di scolo. Ora tutti si bagnano anche qualche miglio più alto della torre predetta.

Per non dissimulare cosa alcuna, nel tempo che Reno corse per la rotta Muzzarella nella Sanmartina, tutti i terreni prima inondati si ricuperarono, ma restituito che fu il medesimo nel suo corso primiero, si tornò alle calamità di prima, che si sono sempre avanzate quanto più il Reno protraendo la sua linea andava serrando l'esito alla valle superiore del Poggio; quindi è, che non tanto sono avanzate le inondazioni tra la Savena, ed il canal naviglio, e negli altri luoghi tra la Savena e l'Idice, che piuttosto per le rotte di Savena si sono qualche poco bonificati, e si è ristretta la valle. Solo la valle di Diolo, perchè priva di acque torbide è rimasta nello stato di prima, anzi qualche poco deteriorata dalle piene di Reno, che cominciano a gonfiare per la Salarola, cosa che prima non succedeva.

## *ESAME DEL SECONDO PROGETTO,*

### CIOÈ DELLA DIVERSIONE DI RENO DAL TREBBO ALLO SBOCCO DEL FIUME SAVIO.

## SCRITTURA XXII.

*Postosi in campo l' esame della linea proposta da' Ferraresi di divertire il Reno due o tre miglia sotto Bologna al Trebbo, e condurlo a traverso il Bolognese, e la Romagna fino in mare allo sbocco del Savio, ricevendo entro il nuovo alveo tutte le acque chiare, e torbide, che avesse incontrate, come essi avevano più pienamente spiegato con loro foglio, e con pianta annessavi; il Guglielmini impugnando tal proposizione esibì la presente scrittura.*

Si è veduta e considerata la pianta ultimamente comunicataci, nella quale sta delineata la linea altre volte meditata sotto nome di diversione a colle, e monte, ed ora abbracciata, e proposta da esaminarsi per l' inalveazione de' fiumi del Bolognese, e Romagna sino al Savio, e s' è riconosciuto, che questa comincia due miglia sotto Bologna, incamminandosi verso scirocco paralella alla via Flaminia sino allo sbocco della Salustra nel Sillaro, dove piegando insensibilmente verso levante, arriva alla strada, che va da Faenza a Bagnacavallo, e quindi con nuovo angolo pure a levante proseguisce sino quasi in dirittura di Forlì, e poi replicatamente inclinando sempre più verso Levante, e greco, si introduce nel fiume Savio, non molto sopra il passo della marina, per l' alveo del quale seguitando in qualche lunghezza, si piega a sboccare nel mare precisamente a levante.

Commendabile al certo è l' animo grande de' Proponenti non capaci d' atterrirsi da operazione sì vasta, che pure potrebbe spaventare i Principi di Stato più che mediocri; ma forse si figurano così grande l' utile, e il benefizio che stimano bene impiegata ogni spesa per ottenerlo, e così certa la riuscita, che non abbia da dubitarsi di gettare inutilmente il denaro.

Se l' Eminenze Vostre non avessero assolutamente comandato ai Bolognesi d' esporre sopra detta linea le loro riflessioni, ne avrebbero per ogni dovuto rispetto lasciato il giudizio interamente all' Eminenze Vostre, con certezza che la loro impareggiabile perspicacità non avrebbe permesso, che s' ingannassero in crederla operazione non fattibile, e non riuscibile con la felicità, che si presume; ma comecchè essi al pari d' ogni altro sono, e devono esser sempre rassegnatissimi nella volontà dell' Em. Vostre medesime, espongono a titolo di

semplice, e cieca ubbidienza le seguenti riflessioni, che paiono loro necessarie da farsi in tal congiuntura.

§. 1. Quando si tratta di fare una di quelle operazioni, che per altro sogliono essere effetti della natura, il migliore fra tutti li consigli si è il procurar d' imitarla, osservando le di lei inclinazioni, e le regole che essa medesima si prefige nell' operare. Nel nostro caso se si riflette alle direzioni che hanno i fiumi della Lombardia, e Romagna dentro le valli, che formano fra le cortine de' monti, e parimente alle strade, che i fiumi da se medesimi si sono elette, scorrendo per la pianura, si vedrà che tutte queste vanno da mezzodì a settentrione, segno manifesto, che l'inclinazione, e sentimento della natura è di mandarli a sboccare ad un termine, che loro sta a settentrione, non a levante, cioè al Po grande, non al mare; e realmente l' acque dalla creazione del mondo sino al principio del secolo presente si sono sempre scaricate nell' Adriatico unite a quelle del Po, e seguirebbero anche adesso a far lo stesso, se l' abbandono del ramo di Primaro non avesse loro preclusa la strada, anzi le operazioni fatte dagli uomini; essendo certissimo, che il Santerno, quando sboccava alla Rossetta, trovando nelle sue piene il Po basso, scorreva con tutti gli altri fiumi del Bolognese alla Stellata pel Po di Ferrara. Dal che apparisce, che il dire di voltare i fiumi predetti a levante, è un aperto ripugnare al consiglio della natura, che ha per regola di mandare i torrenti, particolarmente lontani dal mare, ne' fiumi reali, e perenni, e dentro de' quali trovano esito più felice, e caduta maggiore, ed il tentare d' eseguirlo per conseguenza sarebbe niente altro, che una violenza non manutenibile con continuo dispendio, e pericolo. Se i nostri fiumi potessero scorrere più felicemente a levante, che a settentrione, bisognerebbe dire, o che il Sommo Creatore non fece l' ottimo, quando segnò le strade a' fiumi della Romagna, e del Bolognese, o pure che fra le cause seconde, più valevoli sieno state le meno efficaci; l' una, e l' altra delle quali proposizioni è ugualmente erronea, e piena di contradizioni.

In prova di ciò riflettasi, che il Lamone s' introdusse da se medesimo nel Po di Primaro a S. Alberto, benchè per più breve linea avesse potuto andare senza mistura d' altre acque da se solo al mare. I periti nel principio di questo secolo (1) stimarono tal successo essere un errore di natura, e pretesero di correggerlo col divertirlo dal Po, ed incamminarlo al mare per l' alveo che ha di presente; e ne seguì, che quasi subito divertito, per salvare la città di Ravenna bisognò tagliarlo due volte addosso alla Romagnola; e perchè ostinatamente si volle mantenere in tale stato, ne è seguito, che in vece di

(1) Visita Corsini a dì 20. Marzo 1623.

correre tutto fra terra, come prima faceva, ora ha di bisogno d'argini altissimi, ed il suo fondo resta sollevato sopra il piano delle campagne di molti piedi, oltre l'avere intersecato, ed impedito gran parte degli scoli del Ravegnano, e Faventino. Se questo solo esempio non bastasse, si rivolti il pensiero a Panaro, ed osservisi, che adesso che corre nel Po alla Stellata, mantiene escavato il suo fondo, atto a ricevere gli scoli delle campagne adiacenti. Quando si tentò di voltarlo al mare pel Po di Ferrara, e Volano, ne' pochi mesi che vi ebbe il corso, alzò il proprio fondo piedi 5, interrì il condotto di S. Bianca, e fu necessitata la città di Ferrara, per esimersi dal pericolo di restare sommersa, a spingere le di lui acque nelle valli di Marrara, e Sanmartina, fatte allora miserabile ricettacolo di tutte le acque sregolate.

§. 2. In seguito di questa massima sarà bene considerare la situazione del paese, per lo quale si pensa fare tal diversione. Egli è certissimo, che siccome tutte le pianure di questi contorni sono state fatte dalle alluvioni de' fiumi, così hanno avuto esito le acque, e perciò maggiormente pende la campagna a settentrione, che a levante, ed è più alta vicino alle sponde de' fiumi, che nelle parti intermedie, destinate perciò a ricevere condotti manufatti per iscolo de' terreni. Pende bensì la campagna da Bologna a dirittura verso il mare, perchè l'acque de' fiumi più a levante, come più vicine al suo termine, e con isfogo più facile non potevano tanto elevarsi, quanto quelle a ponente; ma però non degrada regolatamente, e senza ondeggiamenti ben grandi.

Quindi la pianura del Bolognese, e della Romagna nelle parti anche superiori non può essere adattata a tenere incassati i fiumi indirizzati che fossero verso levante, perchè a tale effetto sarebbe stato necessario, che le alluvioni si fossero fatte con esitare l'acque a dirittura al mare, e non al Po; perchè in tal maniera avrebbero cagionato alzamento maggiore e in se medesimo, e negl'interrimenti, e fatto un degradamento regolato al mare; le quali cose mancando, bisognerà per lo meno servirsi d'argini più alti, e più bassi secondo la diversa costituzione della campagna; il che è contro la massima fondamentale di questa proposizione. Si prevede benissimo la risposta, che questo punto dipenda da una esatta livellazione de' mezzi; ma egli è altrettanto vero, che il nostro discorso non può essere alterato che dalle rotte seguite ne' fiumi, le quali abbiano elevata la campagna più in un luogo, che in un altro, e in qualche sito obliterate le inegualità della medesima; ma queste nelle parti superiori poi anche non succedono che di rado, e non possono portare mutazione considerabile; oltre che ne abbiamo esperienze, e prove sufficienti.

§. 3. Più strettamente però si può calcolare, almeno in corpo, la

caduta, che ha il Reno dal punto della sua diversione, che dal disegno si congettura poco sotto il passo di S. Vitale sino al mare. La caduta del ciglio superiore della chiesa di Casalecchio sino al pelo basso del mare, misurata, calcolata, e considerata in questa visita, è di piedi 158. once 2. e minuti 6. Quella del predetto ciglio sino al pelo inferiore del sostegno del Grassi, poco sotto del quale passa la linea, è di piedi 88. 1. 7; onde detratta questa da quella, resta di caduta dal pelo inferiore di detto sostegno al mare piedi 70. once 0, minuti 11; e supponendosi detto pelo orizzontale al fondo di Reno verso il passo di S. Vitale (che certo non vi può correre gran divario, ed in ogni caso è facile di farne la misura) altrettanta sarà la caduta di Reno dal punto della sua diversione al mare, che divisa in miglia 55. lunghezza per lo meno della linea proposta, dà di caduta alla nuova inalveazione piedi 1. once 2. minuti 3.$\frac{26}{55}$ per *miglio*. Considerisi ora se questa caduta è sufficiente a spingere la ghiaia, e il sasso, che si troverà in quasi tutti i fiumi intersecati dalla nuova linea; ciò rispetto a Reno, Idice, Quaderna, Sillaro è certo dalla visita (1); degli altri l'esperienza lo liquiderà. I fiumi che corrono in ghiaia, hanno bisogno di dieci, o dodici piedi di caduta per miglio, regolate nel più, e nel meno dal corpo dell'acqua propria, e dal peso, e condizione della materia che portano. Si prenda vicino l'esempio da Reno, il quale dalla chiusa sino al passo di S. Vitale ha p. 62. 10. 10. di caduta nel fondo, in lunghezza di sole sei in sette miglia, che è circa sopra nove piedi di caduta per ciascun miglio. *Si tralasci* anche questo rigore, ed a riguardo della mutazione delle cadenti, supponiamo, che bastino cinque piedi, ed essendo che tra Reno, ed il Sillaro v'è distanza di miglia 17, la caduta necessaria sarebbe di piedi 85, e noi non possiamo far capitale di più che di piedi 70. once 0. minuti 11, tralasciando di considerare quel di più, che è necessario di caduta dal Sillaro sino allo sbocco del Savio. Potrà dunque credersi, che la caduta di poche once detta di sopra sia per aver forza di spingere le acque al mare, senza permettere che si facciano nel fondo dell'inalveazione deposizioni enormissime?

§. 4. Fingasi fatto tutto il cavo dell'inalveazione proposta da Bologna in A (*Fig.* 6. *Tav.* 3.) allo sbocco del Savio in B, e sia la linea AB la cadente del fondo disposta in una linea retta, ovvero in più, che formino una specie di curvità, come A, C, D, E, F, B, secondo la natura de' fiumi, che camminano uniti, e suppongasi, che in C entri Savena, in D l'Idice, in E la Quaderna, in F il Sillaro, e dicasi, se egli è mai credibile, che Savena, v. g. porti giusto

(1) A dì 11. e 13. Aprile, e 4. Maggio 1693.

nel punto C il termine della sua cadente intersecata, e non più alto, nè più basso, come in G, o H? E supposto che sì, consideriamone tutti li tre casi; e prima poniamo, che si trovi più alta in G: dovrà dunque scavarsi fino in C, per uguagliare il suo fondo con quello dell' alveo nuovo, e così acquisterà maggiore la caduta nelle parti superiori, la quale se al presente è tale, che può spingere all' insù la ghiaia, molto più lo farà, resa che sia maggiore; e detta ghiaia introdotta nell' alveo nuovo, non potrà smaltirsi in alcuna maniera per difetto di caduta; adunque vi si formerà, ed alzerà il fondo sino a perderla interamente, e non portarne più, e tale alzamento influirà nell' elevazione del fondo del cavo tra C, ed A; e quando anche per altro fosse per farsi in secondo luogo la cadente di Savena più bassa dell' alveo nuovo come in H, certa cosa è, che il letto di essa dovrà riempirsi almeno sino ad inalvearsi in C; ed essendo le sponde della medesima in oggi appena sufficienti a contenere le proprie piene, ne verrà la necessità di averle ad arginare; ed ecco cresciuta una nuova spesa, una soggezione, ed un pericolo, ed anche un danno a' terreni superiori con infelicitar loro gli scoli. Ma supponiamo, che la cadente intersecata cada precisamente nel punto C, e non più *alta*, ne più *bassa*; nulladimeno potendo il fiume spingere la ghiaia anche più inferiormente, egli è chiaro, che egli la spingerà anco nel cavo nuovo, e non potendola mandare più avanti sempre per difetto di caduta, dovrà elevarsi tanto da perderla, e da non portar più materia grossa, ed allora solamente avrà stabilito il proprio fondo; nè v' è altro modo, che simile inalveazione potesse sussistere, se non in caso che tutti i fiumi si ricevessero dentro di essa nel sito, che di già avesse lasciata la ghiaia, e che le cadenti de' medesimi non si avessero sensibilmente ad alterare per unirsi alla cadente del fiume maggiore.

Il discorso fatto di Savena s' applichi a tutti gli altri fiumi, che si traversano in ghiaia, e si vedrà quanto si moltiplichino gli sconcerti, atteso che l' escavazione cagionata dai fiumi inferiori influisce sempre nell' alzamento del fondo de' superiori; e poi manifestamente si deduca, che il piano di Bologna, anche sotto la medesima città, sebbene è tanto alto, che può contenere i fiumi, che scolano verso settentrione, non è però di gran lunga sufficiente a fare spalla naturale ai medesimi per obbligarli a correre a levante verso il mare.

§. 5. Nè si dica di provvedere con argini, perchè prima questi non potrebbero farsi di tanta altezza, che bastasse; secondo, già è noto, che i fiumi che corrono in ghiaia, non obbediscono a simili ripari; e terzo, gli scoli de' terreni superiori non potrebbero aver ricetto nel fiume, il fondo del quale per necessità si eleverebbe di molto sopra il piano della campagna.

§. 6. Benchè il detto fin quì basti per mostrare l' impossibilità della pretesa inalveazione, più che l' incertezza dell' esito della medesima; nondimeno quand' anche la campagna tutta fosse tant' alta, che bastasse a tenere incassata per tutto, e perpetuamente l' acqua, l' eseguirla sarebbe un operare alla cieca per più capi.

Primo, perchè tale intrapresa non ha esempio, che possa dar norma. Secondo, non è stata trovata sin' ora l' arte di proporzionare l' alveo di profondità, e la larghezza di più fiumi uniti insieme in sito, che portino il sasso, se non con andare allargando l' alveo, in modo, che nel fine sia la di lui larghezza uguale a quelle di tutti gli altri insieme unite; il che sarebbe un consumo di denaro, e di tempo incredibile. Terzo, non basterebbe forse nè anche, perchè i torrenti vicino ai monti non vogliono limiti alle loro larghezze, scorrendo ora da una parte, ora da un' altra; e benchè molte volte abbiano ampiezza d' alveo sovrabbondante al bisogno, nulladimeno corrodono le ripe de' campi, e dentro quelli si trovano nuovo letto, incapace perciò d' alcuna rettitudine di linea, e sono obbedienti a quella direzione, che è loro data dal caso; e però si vede il Reno, per esempio, al ponte della via Emilia avere sopra 80. pertiche di larghezza, laddove nelle parti inferiori, dove cammina rassettato di corso, 18. in 20. pertiche d' alveo gli bastano per scaricare le sue acque. Quarto finalmente, quanti accidenti impensati atti a difficultarne, disturbarne, ed impossibilitarne l' esecuzione possono succedere in una proposizione non mai più discussa, ma solo semplicemente indicata, e quasi subito rigettata, e che per alcuni dei predetti, e per altri meno efficaci motivi fu canonizzata per moralmente impossibile dal medesimo padre Spernazzati, che pure tanto pensò senza alcun riguardo agli interessi, e soddisfazioni de' Bolognesi, per ben regolare l' acque a destra del Po di Primaro.

§. 7. Rispetto al punto della qualità della spesa, benchè questa non si possa accertare, che dopo fatta una esattissima livellazione; nondimeno si può congetturarne la grandezza, discorrendo sopra i quattro correnti capi, e sono: primo, l' escavazione a detto: secondo, la compra dei terreni, fabbriche, che resterebbero dentro l' alveo: terzo, gli edificj vecchi, che resterebbero inutili; e quarto, quelli che dovrebbero farsi di nuovo.

Quanto all' escavazione, si lascia essa considerare di qual prezzo sia in lunghezza di miglia 55. ed in larghezza non si sa quanta. Supponendo, che il cavo da farsi dovesse essere di larghezza di pert. 20, e profondo piedi 10, che di tal sezione ha di bisogno il solo Reno, la spesa ascenderebbe ad un milione, e 760. mila scudi, computando il conto dell' escavazione a giuli 4. il passetto, e non essendo assolutamente sufficienti le sole dette pertiche 20. di larghezza, per ogni

pertica, che in questa si accresca, si aggiungono alla suddetta spesa 28. mila scudi, senza star qui a considerare, che la larghezza maggiore del cavo aggiunge proporzionalmente spesa maggiore dell' escavazione.

I terreni che si occuperebbero in larghezza di pertiche 30, sono tornature 5729, che valutate ragguagliatamente a scudi 80. l' una, costerebbero 458. mila, e 320. scudi per ogni pertica; che se occupasse di più in larghezza, bisognerebbe accrescere la spesa per questo capo scudi 15 mila, e 277, e un terzo.

Questi due capi scorsi almeno per la metà, secondo le predette considerazioni, sommano due milioni, 218 mila, e 320 scudi.

La compra delle fabbriche, che resterebbero in tale alveo, non si computa, perchè non se ne sa per adesso nè il numero, nè la qualità. Si sa bene, che tutti i mulini del contado di Bologna, e Romagna, almeno quelli, che in buon numero sono di sotto, resterebbero inutili, e bisognerebbe reintegrarne o con l' entrata, o con il prezzo i possessori. Ma non potrebbe già supplirsi al danno de' popoli, che resterebbero privi del comodo tanto necessario di macinare i loro grani in vicinanza delle case loro; e quando si dicesse di derivare dal fiume maggiore canali, che portassero l' acque ai predetti mulini, vi bisognerebbe e chiuse, e chiaviche di spesa non prezzabile. Quanti ponti si avrebbero a fare per mantenere il commercio de' territorj con le proprie città? Nel solo Bolognese si traverserebbero cinque strade maestre, cioè quelle delle Lame, di Galiera, della Mascarella, di S. Donato, e di S. Vitale, che tutte si partono dalla città, e vi vorrebbero altrettanti ponti: sotto l' istessa considerazione cade la via che da Medicina va a castel S. Pietro, e molte simili; e di quelle della Romagna potranno le Eminenze Vostre ritrarne da' signori Romagnoli il numero preciso.

L' intestatura che sarebbe necessaria per voltare il corso del Reno nel cavo nuovo, oltre l' essere d' incertissima sussistenza, sarebbe anco d' una spesa da non credersi facilmente.

§. 8. Passando dal punto della spesa alla considerazione dell' utile, e del danno che ne risulterebbe; egli è vero, che data tale inalveazione fatta, e sussistente, le valli resterebbero prive, e libere dall' acque de' fiumi, e capaci degli scoli delle campagne, e che perciò in gran parte si bonificherebbero; ma è ben anche vero, che calcolata la spesa necessaria di case, e di piantamenti, di escavazione, di condotti ec., per ridurre i terreni essiccati a perfetta coltura, ed unita a quella che importerebbe l' inalveazione proposta, verrebbero i terreni a comprarsi a prezzo rigorosissimo, e molti, per non dire ognuno, eleggerebbero piuttosto di abbandonare il dominio de' propri fondi, erogando il danaro, che dovessero spendere per la bonificazione

in compre di terreni sicuri, e fertili fuori di essa, che soggiacere alla certezza dello sborso, egualmente che all' incertezza della riuscita. Quattro milioni, che a dir poco, sarebbero necessarj a perfezionare tale operazione, importano alla ragione di 4. per cento 160 mila scudi di frutto annuo; e questi donde s' avrebbero a ricavare?

§. 9. La navigazione da Bologna a Ferrara sarebbe interamente perduta, come intersecata sopra a Corticella, con danno inestimabile dell' una, e l' altra città per le gabelle, e pel commercio, e pel passaggio de' forestieri; e quando si pensasse continuarla per un ponte canale sopra di Reno medesimo, come si vocifera, si accrescerebbe all' altre spese anco questa, e quella degli edifizj, ed escavazione necessaria per ripararla, che ascenderebbe a più centinaia di mila scudi; essendovi necessarj i sostegni nuovi, resi inutili i vecchi; oltre che è moralmente impossibile a fare, e più a mantenere un ponte canale atto a portare un' acqua tanto sregolata, come quella della navigazione di Bologna, comecchè è crescuita da diversi torrenti fuori della città, e dagli scoli di questa, e dal torrente Avvesa, che se gli unisce poco sotto il porto naviglio.

§. 10. I mulini, ed altri edifizj che lavorano con acqua, se sono sotto alla linea, come s' è detto di sopra, si renderanno inutili per mancanza della medesima, e quelli della città, ed altri molti che restano al di sotto, patiranno lo stesso infortunio per difetto di caduta.

§. 11. Il territorio di Bologna da detta inalveazione resterebbe tagliato, e diviso per la sua larghezza, ed il simile sarebbe della *Romagna*; e se monsig. Corsini fra le ragioni che lo mossero ad unire il Reno a Panaro, asserisce, che la prima fu, perchè si veniva a condurre per i confini dello Stato Ecclesiastico, con gran ragione avrebbe egli anco per questo capo rigettata la proposizione, di cui si tratta, la quale s' interna nel cuore di due provincie le più belle, e più fertili di tutte quelle, che rendono ubbidienza alla S. Sede. Anzi se li signori Ferraresi hanno tanto a cuore i loro Polesini, che aborriscono di udire chi discorre d' introdurvi l' acqua di sorte alcuna, benchè in minima parte; con qual fondamento possono credere, che i Romagnoli, e Bolognesi abbiano ad aderire a questa loro proposizione, che per tanta lunghezza lor toglie il più prezioso, il più ameno, ed il più abbondante de' loro territorj?

§. 12. Sebbene s' asserisce, che questa nuova inalveazione si farà quasi tutta fra terra; nondimeno dove la linea s' incurva confesserassi la necessità delle arginature, se non per altro, almeno per l' abbondanza dell' acque nelle piene unite di tanti fiumi; nel qual caso, come avranno da scolare i terreni racchiusi v. g. tra il Lamone, ed il Montone, tra questi, ed il Ronco, e tra il Ronco, ed il Savio?

Se per via di chiaviche, ecco un nuovo capo di spesa; ma queste non gioveranno forse a causa della bassezza della campagna; e poi con qual fondamento di ragione obbligare i Faentini, Forlivesi, e Cesenati, che hanno i proprj paesi esenti dall' acqua, a tenere gli scoli imprigionati da chiaviche, quando nello stato presente li godono in una intera libertà?

§. 13. Succedendo poi una rotta nell' argine sinistro di questo nuovo fiume, non sarebbe essa la desolazione di un tratto di paese fruttifero, che resterebbe pieno d' arena, ed in isterilità a quel segno, che si vede succedere per le rotte de' torrenti vicino alle montagne?

Le terre della Romagnola, e la città di Ravenna, che danni non ne sentiranno in caso tale, nel quale non avrebbono per nemico un solo fiume, ma tutti insieme, e l' acqua non correrebbe attraverso la campagna, come adesso, con poca, o niuna caduta, ma al lungo della pendenza medesima, che vuol dire con furia da non immaginarsi, e da non potervi resistere? Il Po di Primaro potrebbe in qualche caso esserne il ricettacolo, e forse non potrebbe smaltire tutte queste acque, senza rovesciarne gran parte, o nel Polesine di S. Giorgio, o nelle valli di *Comacchio*; il che sarebbe tanto più facile, quanto che si sente mettere in capitale di trascurare l' arginatura.

§. 14. Ma questi, ed altri simili punti si lasciano considerare ai signori Romagnoli, tanto superiori, che inferiori, siccome anco alla Camera Apostolica pel danno, che ne risentirebbe di una rotta, che succedesse alla destra del Savio, caricato da tante acque, se essa andasse ad accostarsi alle Saline di Cervia.

Noi, a' quali basta d' aver mostrata la nostra inalterabile prontezza in ubbidire ai comandi dell' Eminenze Vostre col portare loro sotto gli occhi i più rilevanti motivi, che ci fanno credere impossibile, dispendiosa, inutile, dannosa, e pericolosa la proposta de' signori Ferraresi, speriamo nell' istesso tempo d' aver fatto apparire, che il trasandare le osservazioni delle regole della natura, porta seco il danno, e la riforma di provincie intere; siccome di fatto da questa sorgente sono derivati tutti i pregiudizj, a' quali ormai per un secolo stanno soggette le tre provincie; e speriamo di poter ragionevolmente concludere, che il più sano consiglio in questa materia dell' acque deve essere quello di Pisone, applaudito, ed abbracciato dal saggio Senato di Roma: *Optime rebus mortalium consuluisse naturam, quae sua ora fluminibus, suos cursus, atque originem, ita fines dederit.*

# SCRITTURA XXIII.

## DELLA LINEA AL SAVIO.

*I due primi articoli che furono proposti da considerare intorno a questo progetto furono,*

*I. Se la nuova linea independentemente dalla caduta del mezzo, con quella che ha dal termine* a quo *al termine* ad quem, *sia sufficiente per condurre l' acqua al mare.*

*II. Con qual regola debba proporzionarsi al nuovo alveo, e se in esso potranno mantenersi incassati i fiumi che vi si introdurranno.*

*A' quali articoli il Guglielmini così rispose.*

Quando si tratta di fare qualche nuova inalveazione, i punti principali da considerarsi sono la quantità della caduta che ha il termine superiore sopra l' inferiore, e la disposizione della campagna, per la quale dee passare l' alveo; questa seconda condizione dee per ora nel caso nostro supporsi adequatissima, come se la caduta totale de' termini fosse egualmente distribuita nelle distanze, oppure parallella alla cadente futura del fiume, ogni volta che potesse combinarsi la somma della caduta coll' elevazione del primo termine.

Restringendo perciò il discorso alla quantità della caduta, si premette che non può determinarsi l' esigenza di essa se non si fa riflessione alla condizione dell' acqua, alla quantità di essa, ed alla materia che porta, o sia che l' incorpori alla sua medesima sostanza, oppure, che la spiega avanti svellendola dal fondo, e dalle ripe tra le quali essa scorre.

Quindi è, che i fiumi variano la pendenza per due capi. Prima per l' unione di nuove acque, secondo, per la mutazione della materia che portano, o spingono. Così il Reno unito alla Samoggia ha una caduta, da se solo prima dell' unione ne ha un' altra, e maggiore. La Samoggia ha pendio più grande di Reno, perchè porta corpo d' acqua minore, e questo dal sito, dove lascia la ghiaia sino all' unione con quella, ha caduta minore, che dove scorre in ghiara, e molto maggiore la possiede, dove porta la ghiara più grossa.

Il determinare *a priori* quale caduta richieda un fiume posto in qualcheduna delle accennate condizioni, è pensiero del tutto inutile, e cosa affatto impossibile, non potendosene avere certezza, che dalle osservazioni della stessa natura, che vuol dire dalle livellazioni de' fiumi in siti proporzionati.

È facile di calcolare la caduta di Reno dalla chiusa di Casalecchio sino al Trebbo; poichè dalle livellazioni autentiche prese in questa visita costa, che il ciglio superiore della chiusa di Casalecchio ha di

caduta sopra il pelo d' acqua superiore del sostegno di Corticella piedi 88. 1. 7. alla quale aggiunti p. 2. once 11. per la caduta dovuta alle pertiche 1398. che sono da Bologna al sostegno di Corticella, somma la caduta del ciglio della chiusa sopra il pelo superiore del sostegno predetto piedi 91. 0. 7. Il fondo di Reno al principio della linea è più alto del pelo del sostegno predetto piedi 13. 6. 4. Adunque la caduta del ciglio superiore alla chiusa sino al punto della diversione proposta è p. 77. 6. 3. dalla quale detratta l' altezza della chiusa piedi 21. 4. 2. resta la caduta del fondo di Reno dalla chiusa predetta sino al punto della diversione p. 56. 2. 1.

La caduta del ciglio superiore della chiusa sino al pelo inferiore del sostegno di Tieni consta dalla visita essere piedi 151. 3. 3. alla quale noi crediamo potere aggiungere piedi 8. per l' abbassamento del mare nel suo riflusso, e per la caduta fra un sostegno, e l' altro nel *Po* di Volano; adunque l' intiera caduta del ciglio della chiusa sopra il pelo basso del mare, sarà p. 159. 3. 3, dalla quale detratta la caduta dal ciglio della chiusa sino al punto della diversione trovata piedi 77. 6. 3, resta *la caduta della nuova inalveazione proposta*, preso per termine *a quo* il fondo di Reno in detto sito sopra il pelo basso del mare p. 81. 9. 0.

La lunghezza della linea proposta da' signori Ferraresi per quanto si raccoglie dalla pianta comunicata, è miglia 70. di Ferrara, che sono di Bologna miglia 49. (si tralascia di considerare quel tratto di linea, che ha da servire pel Lavino, e Samoggia, il quale è di miglia 10.) Divisa adunque la caduta predetta piedi 81. 9. 0. in miglia 49. vengono piedi 1. once 8. di caduta per miglio.

Consta pure dalla livellazione fatta ultimamente, che il Reno per quel tratto, che corre in ghiara dal punto della diversione proposta sino al Trebbo, dove comincia a lasciarla, vuole piedi 3. 6. 0. per miglio, ma voltandolo verso levante, come si è dimostrato, non ne avrebbe che p. 1. 8; adunque tale caduta manca di once 22.

Tralasciando Savena, la quale non si sa, se sia traversata in sito di ghiara, certa cosa è, che l'Idice la porta sino sotto la chiusa della Riccardina; e molto più sino a quella di Castenaso; sopra della quale passa la linea de' signori Ferraresi, in tal luogo l'Idice ha 8. piedi di caduta per miglio; voltandolo a levante unito a Reno, e Savena, supponiamo che bastino piedi 5. adunque la caduta dell'Idice in su sarebbe difettosa di piedi 3. once 0.

Lo stesso discorso si deve ripetere per la Centonara, Quaderna, Gaiana, Silaro, Correcchio, ec. li quali tutti portano la ghiaia di sotto della linea proposta, e più grossa di quella di Reno; e per conseguenza richiedono maggior caduta.

Ma supposto anche, che bastassero in corpo due piedi per miglio

sarebbero pure necessari piedi 98, ma noi non possiamo farne capitale di più di piedi 81. 9, adunque ne mancherebbero piedi 16. 3.

Nè vale il dire, che la ghiaia si profonderà nel terreno, perchè ciò non può succedere che sul principio; e quando il fondo del fiume si è fatto ghiaioso, allora la ghiaia di sotto resiste al profondamento di quella di sopra, ed è di necessità che spingendola la caduta superiore nell'alveo, e non potendo essa essere spinta avanti per mancanza di caduta, ella si ammassi fino al segno, che perdutosi dalla parte di sopra il pendio necessario per spingerla avanti, ella non sia portata, il che non può conseguirsi, che coll'elevazione del fondo nella parte superiore.

Similmente non rileva punto che la linea non incontri nell'intersecazione degli altri fiumi che ghiarella minuta, atteso che ciò non sussiste rispetto all'Idice, Quaderna, e Sillaro, i quali portandola molto più a basso dell'intersecazione, non ponno averla al punto di essa così minuta come si presuppone, e quando anco ciò fosse, la livellazione di ieri mostra richiedersi in tali siti piedi 3. 6. per miglio che non si ponno avere nella distanza di miglia 49. con caduta di piedi 81. 9.

Non si considera la caduta necessaria per li fiumi Lavino, e Samoggia, la quale quando si mettesse in conto accrescerebbe molto di peso alla preaccennata riflessione, e lasciandoli fuori di questa operazione, poco si sarebbe fatto di buono, perchè bisognerebbe trovare anche ad esse recapito, se non si volesse soggiacere ai danni che apporterebbe anche maggiori di Reno per l'alzamento dell'alveo molto maggiore del presente, che dovrebbe necessariamente succedere.

Si è presa la misura delle miglia 49, perchè tale la mostra la pianta esibita da' signori Ferraresi. Per altro nelle carte geografiche riesce molto maggiore, e maggiore anco la dimostrano le distanze itinerarie, che danno anche diversa situazione alla linea, che nella moderna pianta si fa incurvare a sinistra, dove nelle altre è necessario voltarla alla destra per mandarla allo shocco del Savio.

Dal detto a noi pare di potere manifestamente conchiudere, che la caduta in corpo della linea proposta da' signori Ferraresi, non è di gran lunga sufficiente al bisogno, e che eseguita che fosse tale inalveazione dovrebbe per acquistarsela così elevarsi di fondo da rendersi superiore al piano delle campagne.

Circa il secondo punto, a noi non è nota veruna regola per proporzionare l'alveo a diversi fiumi massimamente che corrano in ghiaia. Sappiamo bene che all'unirsi diverse acque, più si profondano gli alvei, e più parimente si allargano, ma con qual proporzione ciò segua non solo non è stato dimostrato, ma nè anche indicato da autore veruno.

Possiamo ben dire che i fiumi correnti in ghiaia non vogliono limite alle proprie larghezze, e che le grandi alluvioni che si formano ne' loro alvei spingono la corrente a corrodere irreparabilmente le ripe.

Se poi i fiumi da introdursi in questa inalveazione sieno per mantenersi incassati dipende dalla considerazione della caduta, la quale essendosi da noi dimostrata insufficiente, ne segue che non può credersi tale incassamento, non solo nel sito della linea, ma nè anche nelle parti superiori, dove ora camminano incassati, e ciò per l'elevazione de' fondi, che tutti dovranno andare ad unirsi a quello della nuova linea.

Ciò che poi sia per seguire da tale alzamento non si descrive, perchè è troppo patente ec.

## SCRITTURA XXIV.

### DELLA LINEA AL SAVIO.

*Sopra i medesimi due articoli avendo anche i Ferraresi esibito un loro foglio, l' autore replicò ad essi come segue.*

Circa il primo articolo la lunghezza della linea che mostra la pianta comunicataci è di miglia 70. di Ferrara, e di Bologna qualche cosa più di 49. Noi supponemmo nella nostra prima scrittura miglia 55. quale ce la mostrano le carte geografiche, e la distanza itineraria. Ora assumendosi questa da' signori Ferraresi, bisogna che si dichiarino di quali miglia parlino, acciocchè si possa fare il calcolo della caduta.

La caduta della linea dal punto della diversione del Reno sino al pelo basso del mare è stata da noi calcolata dalle misure prese nella visita p. 73. 9. 0, ed accresciuta di p. 8. riesce p. 81. 9. 0, nè sappiamo perciò con qual fondamento venga calcolata da essi piedi 88. 6. 8.

Gli autori che parlano della caduta necessaria per li fiumi torbidi stabiliscono la ventiquattresima parte della centesima di tutta la lunghezza, e noi non l'impugnammo, quando si parlava di sola torbida; ma quando si tratta di fondo ghiaroso l'esperienza dimostra l'erroneità come apparisce dalle livellazioni addotte nella nostra scrittura, che poi il fondo dell'inalveazione nuova sia per riuscire ghiaroso per lungo tratto, apparisce dalla visita.

Ma facciamo anche il calcolo della caduta necessaria secondo la predetta supposizione. La lunghezza di tutta la linea a misura di Bologna è di miglia 49, cioè pertiche 24500. la centesima parte è 245,

e la ventiquattresima parte è 10 $\frac{1}{2}$. Vi vorrebbero adunque pertiche 10 $\frac{1}{2}$ di pendenza, o sia p. 105. Noi ne abbiamo 81. 9, adunque ne mancano p. 23. 3. di Bologna. Facendo poi il calcolo a misura di Ferrara, miglia 70. sono pertiche 23333, la centesima è 223, e la vigesimaquarta parte è pertiche 9 $\frac{3}{4}$ che sono p. 93 $\frac{1}{2}$ di Ferrara; ma noi non ne abbiamo che piedi 81. 9. di Bologna che sono di Ferrara p. 76. 7. 9, adunque ne mancano di Ferrara p. 20. 10. 3. L'equivoco de' signori Ferraresi in dire che la caduta è soprabbondante, consiste in aver calcolate le misure di Bologna, e Ferrara senza ragguaglio.

Si assume poi da' signori Ferraresi la dottrina da essi rigettata quando si trattava della linea di Reno al Po grande circa la mutazione delle cadenti, e del principiare la delineazione di queste al di sotto. Desideriamo che ciò si avverta, e si applichi al Panaro, e al Po grande, ed aggiungiamo che la mutazione delle cadenti è vera, ma bisogna dimostrare che questa basti a consumare i p. 23. 3. che mancano sul supposto che debba per la nuova inalveazione portarsi la sola torbida al mare, e non corra per fondo ghiaroso, e di più tutta quella che è necessaria per correre sopra la ghiara per un tratto almeno di miglia 17. di Bologna, quanta si è la distanza dal Reno al Sillaro.

Per determinare quanto importi la mutazione delle cadenti, non giova punto la livellazione, tutto che esattissima, de' mezzi, anzi sin ora non si ha regola veruna nè dimostrata, nè indicata della proporzione, con la quale si diminuiscono le cadenti per l'aggiunta di nuove acque, non potendosi asserire altro sopra ciò, se non che esse si rendono successivamente minori.

Circa il secondo punto a noi non sembra buona la regola di fare l'aggregato delle larghezze de' due fiumi che debbono unirsi, e dedurne da esso quella dell'alveo comune secondo la proporzione indicata dalla natura in un caso simile, dipendendo la larghezza del fiume dalla resistenza maggiore, o minore delle sponde, che varia secondo che si muta la condizione del terreno, che le forma, e lo stesso fa molto caso nella mutazione delle cadenti, anzi non si ha nota proporzione veruna fra l'altezza, e la larghezza del medesimo fiume in tutti i siti, nè quella d'un fiume coll'altro, come apparisce dalle misure di esse. L'altezza del Po alla sua larghezza è come 1. a 22 $\frac{1}{2}$, quella di Reno assumendo l'altezza di p. 10. è come 1. a 18. quella di Panaro come 1. a 6.

Mentre poi da' signori Ferraresi non si giudica vera la dottrina da essi allegata, chiaro apparisce la dubbietà nella quale essi si trovano di proporzionare l'alveo a diversi fiumi uniti, senza levare la quale non è dovere d'impegnare i popoli a spese così eccessive, quali sono

le necessarie per l'esecuzione della proposta diversione; per altro quando ammettessero per dimostrata, come veramente è, tale dottrina, non lasceremmo di far vedere l'impossibilità di applicarla al caso presente.

Se poi il loro metodo fosse buono, non avremmo difficultà in concedere, che a causa del poco di più che può portar seco l'applicare le dottrine astratte alla materia, si abbondasse in cautela con dare qualche maggiore larghezza all'alveo; ma perchè il metodo è fallacissimo, potrebbe darsi il caso che tutte le abbondanze fossero anche scarse con grave pregiudizio di tutti.

Finalmente la livellazione che tanto si desidera da' signori Ferraresi, non mostrerà che la situazione del mezzo, non mai nè la situazione de' fiumi, nè la larghezza de' medesimi, nè la profondità, nè i corpi d'acqua, ec. e niente di questo può bastare per determinare la larghezza, e la profondità dovuta alla nuova inalveazione, che è la materia di questo punto, e perciò non è necessaria ma superflua, se prima non si mostra evidentemente la situazione della cadente, in relazione della quale poi si può vedere se i mezzi sono adattati a fare sponda dovuta all'incassamento desiderato, e che la caduta in corpo sia sufficiente al bisogno.

## SCRITTURA XXV.

### DELLA LINEA AL SAVIO.

*Replicando i Ferraresi alle obbiezioni fatte loro nell' antecedente scrittura con nuovo foglio, ed anco in voce, nel congresso tenutosi; e perciò di nuovo fu obbligato l' autore a ribattere le loro risposte nel modo seguente.*

Alla risposta della prima obbiezione si replica, che la lunghezza della linea sia di miglia 49, o pure 47 $\frac{1}{2}$, porta poco divario, che la livellazione non vi ha che fare per determinare la lunghezza di essa, che per accidente, ma che la pianta già esibita, è determinata a quest' effetto. Che supponendosi errore nella pianta, non si può poi nè anche prestar fede alla livellazione, che si dimanda replicatamente, abbenchè affatto inutile, e superflua, se prima non si prova evidenza di determinare la situazione della linea cadente propria *ex natura rei* di questa inalveazione.

La caduta poi di piedi 93. 3. 3. asserita in questo luogo è una manifesta fallacia, perchè fondata sopra una parte di livellazione da' signori Ferraresi ripudiata nella visita a car. 123. e 124. sotto li 27. Febbraio anno corrente 1693, e perchè paragonata ad un' altra parte

di livellazione fatta d'accordo doveva assumersi o l'una, o l'altra intiera, o (quello che era più proprio) valersi delle misure fatte d'accordo dalle parti registrate nella visita in forma autentica, e più sicure, per esser fatte la maggior parte ad acqua stagnante; e queste non danno che piedi 81. 9. 0, che divisi in miglia 47 $\frac{1}{2}$, sono piedi 1, once 8 $\frac{62}{95}$ per miglio, inferiori anche al bisogno, come si dimostrò nell' altro nostro foglio sopra questi punti.

Alla risposta della seconda opposizione. Che dato, che il rimedio insegnato dal padre Michelini per mantenere la rettitudine a' fiumi, che corrono in ghiara, fosse ottimo, e certo, è però di spesa così eccessiva, da far perdere la volontà a chi si sia di mettersi in necessità di praticarlo. In ogni caso si potrà aggiungere anche questa considerazione per fare il calcolo della spesa, come si disse da noi nel congresso.

S' aggiunge un altro equivoco fatto in questa risposta, che è il paragonare la manutenzione di circa 100. miglia d' arginatura, o di cavo da farsi per questa inalveazione. Si avverte però, che le cose fatte si mantengono poco, abbenchè sieno di lungo tratto; ma le nuove non si fanno, che con delle spese eccessive, abbenchè di lunghezza minore, e poi chi assicura della sussistenza?

Alla risposta della terza opposizione si soggiugne, che non vale rispetto al Po l' esempio del Lamone, ed altri fiumi minori, bensì rispetto a questa nuova inalveazione. La disparità si è l' asserita da noi nel congresso, che il Po coll' unione di tante acque è giunto a farsi tanto di forza da escavare il proprio fondo a forma orizzontale, al quale stato non arriverà mai l' inalveazione proposta, comecchè destinata a ricevere soli torrenti, che tutti assieme non equivaleranno ad una decima parte del Po grande, e non hanno acque perenni, come il primo; onde rispetto a questa inalveazione dovrà avere qualche pendenza di fondo sino allo sbocco, e per conseguenza al prolungarsi della linea dovrà rendersi necessaria maggior pendenza, cosa che non succede nel piano orizzontale del Po. Onde è manifesto, che l' argomento de' signori Ferraresi è preso tutto il contrario, supponendo essi, che al prolungarsi de' fondi orizzontali, segua interrimento di fondo maggiore, che al protrarsi degli alvei inclinati: cosa convinta di falso, e dall' esperienza, e dalla ragione dimostrativa.

Niente poi suffraga il dire, che vi vorranno scoli a far tale interrimento sensibile: e che il rimediarvi sarà facile, perchè si farà a poco a poco, perchè concesso anche tutto, non potrà mai rimediarsi, che al solo capo delle inondazioni; non mai all' interrimento degli scoli, che ne susseguirà, alla perdita delle cadute de' canali, de' mulini, al soggettarsi a scolare per mezzo di chiaviche, al pericolo,

che si farà maggiore delle rotte ec. cose, che in caso proprio saprebbero i signori Ferraresi ampiamente descrivere.

Alla risposta della quarta opposizione si replica, che la ghiaia nel caso presente fa li suoi danni limitati a proporzione della caduta, che trovano i fiumi nelle parti inferiori; la quale scemandosi giornalmente, giornalmente anche accrescono i pregiudizj, ma minore caduta s' avrebbe dalla parte di levante, che a settentrione, adunque maggiori si farebbero i danni, per la nuova linea, che per la presente de' fiumi. Diversissimo è poi il caso, perchè li fiumi Reno, Savena ec. lasciata che hanno una volta la ghiaia, non più l' incontrano; onde si formano la cadente proporzionata alla sola torbida, ma nella nuova inalveazione, continuerebbe per lo meno per 7. miglia ad aversi il fondo ghiaioso, e perciò i fiumi antecedenti sarebbero obbligati ad elevare il proprio fondo tanto da superare la cadente di ghiaie formata dall' ultimo de' fiumi che la portasse.

Si paragona poi di nuovo la spesa di mantenere gli argini presenti de' fiumi, con quella di riparare a' danni, che cagionerebbe la ghiaia, della quale si farà nuovo discorso più abbasso.

*Alla risposta della quinta obbiezione*, si dice; che il nostro parlare iperbolico in dire, essere cosa impossibile il proporzionare coll' arte l' alveo a tanti torrenti, da noi si muterà immediatamente, che ci sarà insegnato un metodo assicurato di farlo. Sin ora non lo crediamo tale, perchè non troviamo cosa che ci soddisfaccia. Che poi l' ingegno umano sia per superare una volta questa difficoltà, non abbiamo motivo di dubitarne; ma se tale invento non si pubblica a' giorni nostri, saremo costretti di operare senza scorta in determinare di tratto in tratto le larghezze all' inalveazione di cui si discorre. De' due metodi insinuati da' signori Ferraresi, già abbiamo detto il nostro sentimento, ed in voce, e in iscritto; onde non istimiamo qui necessario ripeterlo.

Alla risposta della sesta opposizione, abbenchè non fatta da noi, si replica, che di già a tre cose è stato paragonato il mantenimento presente di 300, e più miglia d' arginatura. Prima alla costruzione, e manutenzione di quella, che sarà necessaria a questa nuova linea. Secondo, alla manutenzione della rettitudine dell' alveo. Terzo all' alzamento delle medesime arginature per l' alzamento del fondo dalla protrazione della linea, e quanto al riparo de' danni, che causerebbe la ghiaia è stato asserito particolarmente l' insensibilità della proporzione, che ha la prima con ognuna dell' altre. Considerisi ora la manutenzione degli argini, e si proporzioni alle spese necessarie per tutti gli altri quattro capi insieme, e tornisi a ripetere, se si può, che la spesa della prima è molto maggiore dell' altre. Riflettasi bene, e si vedrà quanto ognuna delle spese, e pregiudizi derivanti da' quattro capi

predetti superi la spesa, a paragone, insensibile del mantenere le arginature presenti.

Alla risposta della settima opposizione non replichiamo, perchè non ci ricordiamo, che ella sia stata proposta da veruno.

## SCRITTURA XXVI.

### DELLA LINEA AL SAVIO.

*Si passò poi ad esaminare tra altri articoli sopra il medesimo progetto.*

*I. Supposto, che il nuovo alveo corra dentro terra, se avrà bisogno d' argini, e se saranno necessarie chiaviche per lo scolo delle campagne.*

*II. Come agli scoli che resteranno intersecati, o in qualsivoglia altro modo impediti si possa rimediare.*

*III. Se vi sarà pericolo di rotte, e se da esse si dee temere danno notabile, ed in qual parte.*

*Ai quali articoli il Guglielmini così rispose.*

### CIRCA IL PRIMO.

Il supposto, che il nuovo alveo debba correre dentro terra, si può intendere in più maniere, cioè o in tutto, o in parte. Se si dee supporre, che il fondo dell' inalveazione venga *ex natura rei; o sia* per disposizione di cadente tanto profondato sotto il piano della campagna, che il cavo sia sufficiente a contenere le massime piene de' fiumi rispettivamente uniti, certa cosa è, che in tal caso s' esclude la necessità degli argini, e delle chiaviche per iscolo delle campagne; ma tale felicità non può sperarsi, dove è così mancante la caduta, come s' è mostrato nell' esame del primo punto.

Supponendo poi, che l' inalveazione sia per seguire di tal maniera, che l' acque ordinarie corrano bensì fra terra, ma non già le piene, allora, perchè queste non si portino ad inondare le campagne, saranno necessarj argini di maggiore, o minore altezza, secondochè si troverà il piano della campagna restare più o meno sollevato sopra il fondo futuro del fiume, e sarà pure di necessità valersi di chiaviche per iscolo delle campagne.

Ma qui si dee avvertire, che per accertarsi della necessità degli argini, e dell' altezza di essi, bisogna prima stabilire a luogo per luogo l' elevazione, che ha da avere sopra il pelo basso del mare il fondo dell' alveo, e con tal certezza, che non s' abbia a temerne, col tratto successivo del tempo, alterazione veruna; e secondo, quale sia

per essere l'altezza massima delle piene sopra il fondo di già stabilito; altrimenti sarà sempre inutile l'intraprendere alcuna livellazione. E per dimostrarlo, suppongasi, che CDA (*fig.* 7. *Tav.* 3.) sia l'andamento della campagna da Bologna al mare, ed AB il pelo basso di questo. Sia nota la caduta da C ad A piedi 81. 9, quella da D piedi 50, quella da E piedi 39. ec. e di più sieno note le distanze da A da' punti H, G, F. Certa cosa è, che le notizie delle cadute particolari de' punti C, D, E, che determinano la situazione de' piani di campagna a nulla serve, se prima non è determinata la situazione della cadente ILM per vedere quanto sotto la superficie della campagna debba profondarsi l'alveo, v. g. IC, DL, ME, e se prima non si sa, se la profondità IC, DL, ME basti a fare spalla sufficiente all'altezza delle massime piene, o pure vi sia necessaria qualche elevazione d'argini sopra li punti C, D, E per supplire al difetto della bassezza della campagna. Comecchè adunque la livellazione non può mostrare altro, che la situazione del piano del terreno in ordine all'altezza, che ha sopra il pelo del mare, e non mai quella della cadente ILMA chiaro apparisce, che la livellazione de' mezzi, nulla serve, che a spendere inutilmente il tempo, ed il danaro, se prima non si determina per altro mezzo la cadente dell'inalveazione, e l'elevazione delle massime piene.

### CIRCA IL SECONDO.

Gli scoli delle campagne possono essere impediti in due maniere. Prima, se il fondo dell'inalveazione dovesse restar superiore al piano delle campagne, ed allora non v'è altro rimedio, che quello delle botti sotterranee. Secondo, se le sole piene avessero bisogno d'argini per essere spinte al mare, ed allora sarebbero necessarie le chiaviche, come si pratica nel Po, ed altri fiumi.

Se poi gli scoli, che mantengono la foce al mare fossero per essere impediti, si lascia considerare ai signori Romagnoli, che hanno notizia della loro situazione, e de' quali è unico interesse.

Si rimette bene alla singolar prudenza dell'EE. VV. il riflettere di che dispendio sarebbe la costruzione di tante botti, e di tante chiaviche, e se egli è giusto, che i terreni vicini al monte, che godono il benefizio d'uno scolo naturale, sieno soggetti a scolare artificialmente per via di chiaviche, e di botti.

### CIRCA IL TERZO.

Se nella nuova inalveazione non dovesse entrare ghiaia di sorte alcuna, e dovesse esser destinata a portare al mare le sole torbide, si

potrebbe dire, che la vigilanza degli uomini potesse tener lontano ogni pericolo di rotte: ma ne' siti di fondo ghiaioso, come questo di cui si tratta, non v'è arte sicura, che possa impedire le tortuosità, e le corrosioni; queste adunque necessariamente dovranno seguire, e facendosi in siti dove sia bisogno d'argini, ecco il pericolo prossimo, e manifesto essendo accertato dall'esperienza, che il riparo degli argini, è troppo debole ne' fiumi che portano sasso, e ghiaia.

Il danno poi susseguente alle rotte sarebbe tanto grande da non potersi descrivere. S'interrirebbero le campagne per la gran copia di ghiaia, e sabbia che porterebbero; non avrebbero limite, che nel Po di Primaro, inondando tutte le campagne in dirittura sino al detto termine; si profonderebbero alvei per esse; s'interrirebbero gli scoli; si porrebbero in azzardo il Polesine di S. Giorgio, e le valli di Comacchio, le terre del Bolognese inferiore, e della Romagnola, la città di Ravenna, e la terra d'Argenta, la città di Cervia, e le di lei Saline, e tanto maggiore sarebbe il precipizio, quantochè le rotte non sarebbero d'un fiume solo, ma di più uniti, e potrebbero succedere in sito, che i fiumi inferiori rivoltassero il corso proprio all'insù a correre per la rotta con precipizio evidente.

## SCRITTURA XXVII.

### DELLA LINEA AL SAVIO.

*Sottopostisi dopo ciò all'esame tre altri articoli, cioè:*

*I. Se si possa provvedere adeguatamente a' mulini della Romagnola, e Romagna.*

*II. Se il Porto del Candiano, e quello di Cervia resteranno danneggiati.*

*III. Come si possa provvedere al Canale Naviglio di Bologna attraversato a Corticella.*

*L'autore esibì la seguente risposta.*

### CIRCA IL PRIMO.

I mulini, che resteranno inutili non solo nella Romagna, e Romagnola, ma anco sul Bolognese, sono o sopra o sotto la linea. Quelli che sono di sotto certa cosa è, che resteranno privi dell'acqua, onde converrà pensare al modo di provvedergli. I signori Ferraresi nella loro ultima scrittura propongono due rimedj; il primo è di fare chiaviche laterali, che medianti le chiuse derivino le acque necessarie dal nuovo fiume, e il secondo è di far passare i canali già derivati sotto la nuova inalveazione per botti sotterranee.

Quanto al rimedio delle chiaviche, e chiuse si avverte potersi bensì esso praticare dove la caduta è esorbitante, ma nei fiumi che non hanno nemmeno la sufficiente, non ponno farsi chiuse, perchè il pendio superiore, per lo mezzo scemandosi, dà occasione di elevarsi il fondo del fiume anche sopra le campagne, obbligando i popoli ad elevare gli argini. Senza chiuse poi non si può ottenere di spingere l' acqua alle chiaviche, comecchè avendo corso incerto, e gran latitudine, potrebbe darsi il caso, che il corso voltasse dalla parte opposta alla chiavica, restando l' alluvione dalla parte di questa, che perciò verrebbe interrita, e terrapienata, e concesso anche che corresse sempre dalla parte sinistra, cioè radente la chiavica predetta, non essendo l' acqua trattenuta non entrerebbe nel canale destinato pel mulino, che in poca quantità, insufficientissima al bisogno.

Le botti sotterranee poi o sarebbero concave, o piane. Se piane, adunque il fiume nuovo dovrebbe correre sopra terra, e in tal caso, abbenchè si fosse rimediato ai canali de' mulini, si avrebbe il danno, ed il pregiudizio, che porterebbe seco l' elevazione del fondo. Se poi concave, si sa benissimo, che tali rimedj non si applicano al caso di acque torbide, e ghiarose, perchè ben presto per la gravità della materia che portano, si turano, e rendendosi inutili, sforzano i canali a spandersi sopra le ripe.

I mulini situati nella parte superiore della linea potrebbero restare danneggati quando la linea cadente dell' inalveazione riuscisse superiore al fondo presente de' canali, ogni volta che essi dovessero sboccarvi dentro; ma volendogli far passare per botti, già si è detto dell' insussistenza di quelle, che sono cave, e in tal caso i mulini di sopra si perderebbero del tutto, mancando loro la caduta, e del pericolo che si avrebbe quando potessero riuscire piane.

Si consideri finalmente quale fosse per essere la spesa in fabbricare tante chiaviche, tante chiuse, e tante botti.

### CIRCA IL SECONDO.

A noi che siamo privi delle osservazioni necessarie circa gli effetti che fanno i fiumi della Romagna, e i venti nelle spiagge di Ravenna, basterà, senza rispondere formalmente a questo punto, lasciare che i signori Romagnoli informino le EE. VV. su questo particolare. Solo motiviamo, che siccome i signori Ferraresi costantemente asseriscono, che gli interrimenti del Po sono stati la cagione della perdita della Sacca, o porto di Goro, e di quelli d' Ariano, e dell' Abate, così non dovrebbero ora mettere in dubbio, che lo stesso non possa almeno col tempo succedere ai due porti del Candiano, e di Cervia,

e tanto più facilmente, quanto che questi non hanno, come il porto d' Ariano, corrente d' acqua superiore che li mantenga.

CIRCA IL TERZO.

Non crediamo, che in alcuna maniera possa provvedersi al Canale Naviglio di Bologna, intersecato a Corticella, perchè non è possibile farlo passare nè di sopra, come è riconosciuto da' signori Ferraresi, nè di sotto, come speriamo di poter far costare quando da' signori Ferraresi ci sarà insinuato il modo, che pretendono praticare. Si potrebbe bene prendere il Reno, ma la navigazione con Ferrara sarebbe spedita per sempre.

## SCRITTURA XXVIII.

### DELLA LINEA AL SAVIO.

*Intorno agli stessi articoli avendo i Ferraresi esibito il loro sentimento, il Gugielmini replicò come segue.*

Circa il primo: si concorre nella distinzione de' mulini sopra, e sotto la linea; e rispetto a quelli non si può determinare se fossero per sussistere o nò, se prima non resta stabilito quale sia per essere la cadente della nuova inalveazione, mezzo necessarissimo per accertarsi se sia per mantenersi la caduta che godono in oggi *i mulini* al di sopra della linea, tra' quali non si lascia di riflettere annoverarsi tutti quelli che servono alla città di Bologna.

Le livellazioni, e ricognizioni de' siti non insegnano che di adattare i rimedj al luogo ec. ma fra i precogniti necessarj il massimo di tutti si è la notizia della cadente futura del fiume, senza la quale tutto il resto non serve a cosa alcuna, come che essa sarà quella che indicherà la caduta che sia per restare a' mulini, sì superiori, che inferiori, la profondità de' fondamenti, e delle soglie delle chiaviche, e l' altezza di queste, e delle chiuse necessarie per l' inferiori, siccome la possibilità di costruirle, e gli effetti che ne seguiranno, notizie tutte necessarie, che non si ponno avere senza lo stabilmento del fondo.

Non si negano gli esempi de' fiumi allegati, da' quali si cavano acque per mulini, e poi si ritornano negli alvei de' medesimi fiumi; ma qui pure si rifletta ciò che i primi inventori di essi avessero potuto fare di buono, se non avessero saputa la caduta del fondo del fiume dal sito dell' ingresso a quello del regresso; dal primo alla soglia de' mulini, da questa il sito della restituzione? Certo non avrebbero

saputo quanto di elevazione fosse stata necessaria per le chiuse, se l' altezza di queste fosse stata per partorire effetti funesti alle parti superiori, ec. Nè si deduca da ciò la necessità della livellazione, perchè questa non si nega necessaria al compimento dell' opera, bensì inutile e dispendiosa ogni volta che non sia preceduta da altre necessarissime cognizioni.

Circa la perennità dell' acqua, sanno bene i signori Ferraresi che que' fiumi che essi trattano d' introdurre in questa nuova linea sono temporanei, che solo s' ingrossano per le piogge, e disfacimento di nevi, e perciò il discorrere di navigazione di mulini all' usanza di Po da farsi nella nuova linea è tempo gettato. E tanto più, quando secondo il loro sentimento, quelle poche acque vive che portano fuori delle piene, dovessero incamminarsi per botti, e chiaviche alla sinistra dell' alveo verso il Po di Primaro a fare per esso una mediocre navigazione in benefizio de' signori Ferraresi, lasciando solo il danno alle provincie di Romagna, e Bologna. Come opererebbero i mulini senz' acqua, e come si navigherebbe senz' acqua, e con l' impedimento di tante chiuse?

Quando poi si dedurranno i benefizi che risulteranno da questa nuova inalveazione proposta, bisognerà detrarre dalla somma di essi tutti i danni che saranno mantenuti da tanti canali di mulini che si vogliono mandare a settentrione, e da tanti scoli che si pensa far passare sotto l' alveo nuovo per botti sotterranee.

Circa il secondo: trattandosi de' Porti della Romagna si pretermette di discorrerne come di cosa non attinente agl' interessi de' Bolognesi, che perciò non presumono di averne le dovute notizie.

Circa il terzo: i ponti canali sono rimedj adattati quando si tratta di piccoli corpi d' acqua, ma voler far correre un Reno, che secondo il calcolo de' signori Ferraresi è la quinta parte dell' acqua del Po grande, per un ponte canale, porta seco gran dubbio. Desidererebbesi bene di sapere come da' signori Ferraresi si risponderebbe ora alle difficultà altre volte da essi portate contra una piccola botte sotterranea per acque chiare, ec. e particolarmente circa il rimedio che si praticherebbe in caso che tale ponte canale si rompesse? Il dire che la sola spesa s' accresce ne' ponti canali più grandi non concorda colla verità. Così si potrebbe dire esser possibile fabbricare una torre di che altezza si voglia col solo moltiplico della spesa.

La necessità del Traghetto all' intersecazione del Naviglio di Bologna sarebbe d' altra natura di quella che sia a Malalbergo, perchè ivi è di pochi piedi, e qui sarebbe di moltissime pertiche con due salite ed altrettante scese, che porterebbero tale dispendio da fare che i mercanti piuttosto mandassero le mercanzie per retta strada da Bologna a Corticella, senza valersi del comodo del canale. Entra poi il

torrente Avesa nel Canale Naviglio, che porta acque sì sregolate, ed impetuose, che pochi mesi sono in una piena buttò a terra ai padri Zoccolanti dell'Annunziata un buon tratto di fortissimo muro: disastro che potrebbe accadere anche alla botte che qui si pretende di fare.

Non si intende poi in qual maniera potesse un sostegno mantenere la navigazione interrotta da un Reno senz'acqua, ec.

## SCRITTURA XXIX.

### DELLA LINEA AL SAVIO.

*Succedettero alla disamina due altri articoli sempre intorno alla detta linea, cioè,*

*I. Se i benefizi del nuovo taglio saranno egualmente comuni a tutte tre le provincie,*

*II. Supposto che basti per l'introduzione di tutte l'acque in un alveo di* 20. *pertiche, quale spesa porterà con se.*

*Ai quali rispose per parte dei Bolognesi l'autore col seguente scritto.*

Circa il primo brameremmo piuttosto discorrere se gli effetti del nuovo alveo sieno comuni a tutte e tre le provincie, che ristrignere la considerazione ai benefizi, che da tale inalveazione proposta non sappiamo riconoscere, quindi ci è necessario fingere casi impossibili per soddisfare in qualche maniera alle autorevoli richieste delle Eminenze Vostre.

Adunque l'inalveazione proposta da' signori Ferraresi avrebbe sussistenza, o no?

E posto che avesse sussistenza, o l'avrebbe per mera disposizione di natura, oppure con l'aiuto dell'altre.

Nel primo caso, che l'inalveazione non avesse sussitenza, eguale sarebbe il danno di tutte e tre le provincie, per avere speso inutilmente il danaro; ma assai disuguale sarebbe se o per elevazione di fondo, o per rotture irreparabili di argini dovessero i fiumi mutare alveo, e di nuovo rivoltare il corso a settentrione come per parte nostra si tiene per indubitato.

In niuna parte più si manifesterebbe l'elevazione del fondo che sul Bolognese, come più lontano dal mare, e bisognoso di maggiore caduta per ispingere verso levante le acque de' propri fiumi, i quali sempre risentirebbero e il ristagno di tutti gl'inferiori, e qualunque altra alterazione che nell'alveo comune potesse farsi per l'introduzione de' medesimi.

Facilissime però sarebbero le rotte nel nostro territorio, e queste succedendo tra il corso presente di Reno, e Savena non si ha da dubitare, che non cadessero nelle valli del Poggio, e Malalbergo, che essendo come ben sanno l' EE. VV. chiuse all' intorno dagl' interrimenti di Reno, e Savena, non potrebbero dar esito all' acque, che scarsamente, e si farebbero inondazioni così deplorabili, che senza alcuna iperbole si vedrebbe desolata la metà del territorio di Bologna. Allora i signori Ferraresi vedrebbero il Reno nelle valli del Poggio, come tanto per lo passato hanno desiderato, e forse anche ora desiderano, e tal danno sarebbe de' soli Bolognesi, restandone esenti i signori Ferraresi, difesi dagl' interrimenti accennati di Reno, non potendo essi, nè i signori Romagnoli ricevere danno veruno maggiore de' presenti.

Se poi la rotta entrasse nel Canale Naviglio, ecco precipitati tutti i sostegni, tutti i mulini, ed altri edifizi, e fabbriche, desolati gli argini dello stesso, e ridotta la navigazione ad uno stato da non potersi quasi mai più riparare.

Lo stesso rispetto alle inondazioni succederebbe fra il Canal Naviglio, e Savena.

Fra Savena, e l' Idice l' acqua anderebbe a cadere dalla parte delle valli di Diolo, che per essere anguste, e chiuse dagl' interrimenti antichi di Savena, e Idice, e da i moderni della Zena, non potrebbero dar loro nè ricetto, nè esito, con esterminio di quella parte del territorio, e questo danno pure sarebbe de' soli Bolognesi.

Nelle altre parti sarebbero sempre maggiori i danni, che i presenti, ma comincerebbero a compartirsi rispetto alle valli di Marmorta, che spettano a tutte e tre le provincie, e nelle altre più basse il pregiudizio maggiore sarebbe della Romagnola, e del Ravegnano, che del Ferrarese, che la poca parte del proprio territorio a destra del Po di Primaro già l' ha consecrata alla salvezza del rimanente.

Apparisce da ciò che tutto il danno cagionato dall' insussistenza di quest' opera si compartirebbe a' Bolognesi, e Romagnoli, non già a' Ferraresi che non avrebbero altro danno, che della perdita della porzione della spesa che loro toccasse.

Data poi la sussistenza dell' inalveazione, e seguita che fosse, ma con l' aiuto dell' arte, non si dubita già che la costruzione de' lavori non dovesse toccare a tutte e tre le provincie, ma la manutenzione forse resterebbe a carico delle sole due di Romagna, e Bologna, e costerebbe moltissimo danaro, e continua applicazione, quando anche l' opera fosse loro consegnata non solo compita, ma in istato di inalterabile, e tale da non temere vicina nuova necessità, o di fare arginature nuove, o di rialzare le fatte per soverchia bassezza, o di

mutare il sito, la forma, la grandezza delle chiaviche, chiuse, botti, ponti, canali, intestature, ec. che non fossero riuscite sul principio della dovuta perfezione, e le medesime provincie bisognerebbe stessero soggette a tutti i danni, e pericoli altre volte motivati, non potendo mai i signori Ferraresi ottener altro che di ritornare allo stato presente.

Sul supposto finalmente che l' inalveazione sussiste per solo benefizio di natura, che fosse perpetua, inalterabile, ed innocente, bisogna considerare quanti vantaggi sieno per risultarne.

Certa cosa è, che se questi fiumi si pensano regolare nella forma sinora discorsa ne' congressi antecedenti, non si pensa di portare per l' alveo al mare, che le piene de' fiumi, mentre le acque ordinarie si progetta di derivarle per via di chiaviche, e di mandarle a benefizio de' mulini per gli alvei dove ora scorrono i fiumi, cioè a dire nelle valli. Correranno adunque in queste le acque de' fiumi, nè più nè meno di quello, che farebbero se mai loro non venissero piene, e faranno quegli effetti istessi che in oggi fanno nell' estate assai asciutte, anzi molto maggiori, perchè dovranno le medesime valli restare soggette a ricevere l' acque piovane di tutti gli scoli come pur ora sono. S' informino l' EE. VV. in che stato sieno le valli, anche nell' estati più asciutte, e poi sarà loro facile l' inferire se si possa sperare che sieno per bonificarsi tutte le valli, come di già da' signori Ferraresi si danno per intieramente bonificate, fatta che sia la da loro proposta inalveazione. Veggasi in questo proposito il discorso del Castelli *sopra la bonificazione del Bolognese, Ferrarese, e Romagnola*.

Nè giova dire che i canali de' mulini s' introdurranno *inalveati*, ed arginati in Primaro senza lasciarli spandere per le valli, ed il simile si farà degli scoli delle acque chiare, perchè oltre che anche ciò dovrà computarsi nella spesa, riuscirebbe inutile, anzi perniciosissimo il farlo, essendo cosa certa, che correndo tutti i predetti canali torbidi, ed essendo tutti insieme molto minor corpo d' acqua, di quello fossero per esser le piene de' fiumi che mettono la foce, o mediata, o immediatamente in Primaro, ricercheranno maggior caduta per portarsi al mare, e per conseguenza eleveranno il di lui fondo molto più di quello fossero per fare i fiumi predetti, da che ne nascerà che gli scoli dell' acque piovane non ci troveranno la caduta, e faranno valli anche molto più ampie di quello sieno le presenti, con questa differenza che ora in acqua bassa di Po finalmente le valli scaricano, ma allora non vi troverebbero esito di sorte alcuna.

Similmente non suffraga l' altro rimedio motivato di aggiugnere acque chiare al Po di Primaro, perchè queste non ponno essere che quelle del canalino di Cento, e di Panaro nelle sue bassezze, le une e l' altre, anche unite, di corpo insensibile, e non proporzionate al bisogno, perchè non è la chiarezza dell' acqua la causa dell' escavazione,

bensì il gran corpo, o la caduta soverchia, e di tale verità ne ponno ben essere maestre le chiaviche Paoline, e Borghese.

Ecco adunque provato che seguita che fosse l' inalveazione proposta, molti sarebbero, e certissimi i pregiudizi, niuno il vantaggio delle promesse bonificazioni, le quali abbenchè avessero qualche apparenza sul principio nondimeno col corso del tempo si convertirebbero in profondissime valli.

Se gli avvantaggi si avessero a regolare come fanno i signori Ferraresi dallo stato immediato all' introduzione de' fiumi nell' alveo nuovo, non negheremmo che non fosse per iscoprirsi, ed essiccarsi qualche corpo di valle, che gli scoli non avessero esito più felice che al presente, ec. ma bisogna guardare un poco più da lontano per giudicar rettamente di questa bonificazione.

Circa il secondo: per calcolare la spesa della proposta diversione ne' termini di questo articolo bisogna considerare la lunghezza, che da' signori Ferraresi si dà di miglia 47 $\frac{1}{2}$ da Reno allo sbocco del Savio, ed a questa si debbono aggiugnere altre 8. miglia per la linea che dee servire alla *Samoggia*, e al *Lavino*, che in tutto sono miglia 55 $\frac{1}{2}$, cioè pertiche 27750, o sia piedi 277500. La profondità non può esser minore di piedi 10, abbenchè i signori Ferraresi pel Reno solo vogliano che sia piedi 14. La larghezza data è di pertiche 20. cioè piedi 200. Moltiplicati adunque l' uno per l' altro questi tre numeri di piedi, ne vengono nel prodotto piedi cubi da escavare 555000000, che divisi per 100. fanno pertiche cube 555000. La pertica cuba contiene 8. passetti, ed il prezzo di ciascun passetto di terra poniamo sia 4. paoli; talchè ogni pertica valerà paoli 32, e il prezzo di tutte le predette pertiche cube sarà un milione, e settecento settantasei mila scudi Romani,

La terra scavata o dovrà regolarsi in argine, o buttarsi sulle ripe sregolatamente. In tutte le maniere bisognerà occupare maggior terreno, di quello importi il cavo. Supponiamo che il terreno da occuparsi tra il cavo, ed altro non sia più di pertiche 30. Saranno dunque nella predetta lunghezza tornature di terreno occupato 5789, che a scudi 80. la tornatura importano scudi 458320, e la spesa in terreni, ed escavazione in tutto 2234320.

Tale spesa si renderà maggiore per li seguenti capi.

Prima, perchè la larghezza è per lo meno la sola necessità del bisogno.

Secondo, non vi sono computate le scarpe necessarie per le ripe.

Terzo, non sono considerate le fabbriche che resteranno nel sito dell' alveo.

Quarto, in oltre vi sarà bisogno di altrettante forti intestature quanti sono i fiumi che s' introdurranno.

Quinto, bisognerà addolcire l' ingresso a tutti i fiumi che vi entreranno, e preparare i canali per lo ritorno dell' acque ai canali de' mulini.

Sesto, saranno necessarie diverse chiaviche da estrarre l' acqua per i canali de' mulini, che sono; primo, il canale di Pescarola; secondo, il canaletto di Savena detto la Dozza; terzo, il canale dell' Idice; quarto, il canale del Silaro; quinto, quello del Santerno; sesto, quello del Senio; settimo, quello del Lamone; ottavo quello del Montone; nono, quello del Ronco; decimo, quello del Savio; e questi con tutte le altre fabbriche, e chiuse necessarie.

Settimo, bisognerà calcolare la spesa del ponte canale per la navigazione da Bologna a Ferrara, e del Ponte di pietra sopra Reno, e per unire la strada di terra, oppure quella de' due sostegni, ec.

Ottavo, tutti gli altri ponti per le strade delle Lame, della Mascarella, di S. Donato, di S. Vitale per lo meno sul contado di Bologna che saranno indicate da' signori Romagnoli.

Nono, tutte le botti necessarie per gli scoli superiori alle inalveazioni che non sono poche di numero, e di lunghezza considerabile.

Decimo, tutte le chiaviche per li terreni che potessero scolare nell' alveo.

E finalmente moltissime altre spese che non ci sovvengono, e forse non potranno essere suggerite che dall' operazione medesima, oltre quelle necessarie in istrumenti da scavare, e condur terra, in soprintendenti, ed altri ministri come computisti, depositarj, e pagatori, e quantità d' altri ufiziali di simil sorta, per li quali si sogliono cavare somme ben grosse.

Onde si giudica che in questa inalveazione quando potesse farsi, e si avessero regole per accertare la spesa, ascenderebbe questa, per dire pochissimo, a sopra quattro milioni di scudi.

## SCRITTURA XXX.

### DELLA LINEA AL SAVIO.

*Avendo i Ferraresi preteso in un loro scritto dato sopra i medesimi due articoli, che i benefizi di questa diversione di Reno al Savio fossero egualmente grandi che certi, replicò il Guglielmini con questa scrittura.*

Elegantissima al pari che distintissima è la descrizione che fanno i signori Ferraresi de' benefizi che pretendono sieno per provenire dalla loro proposta a tutte e tre le provincie, e certo non si avrebbe

che maggiormente desiderare, vedendosi delineata una deliziosissima ...... in que' luoghi medesimi, che ora sono il rifiuto della natura, e l'ultima cloaca, dove vanno a scaricarsi le acque tutte del Bolognese, e Romagnuola se all' alleanza, e vivezza con la quale si esprimono fosse aggiunto altrettanto di verità, e sicurezza di esso.

Crediamo però che le nude asserzioni, le quali si leggono nel foglio comunicatoci, sieno fondate sopra diversi supposti, che meritavano di essere stabiliti nella sua evidenza prima di fondarvi sopra una macchina di così vaste speranze; quindi niuna maraviglia sarà, se al mancare de' supposti caderanno altresì le conseguenze di essi, e svaniranno in un fumo tutte le enfatiche apparenze, che non hanno altra sussistenza, che sulle lusinghe, che fa ad un animo poco avveduto qualche rettorico artificio.

Il primo supposto si è, che la linea proposta abbia la promessa sussistenza, e questo come si prova? Sin ora certo non è stato addotto verun motivo, nemmeno apparente, che vaglia a dare una probabile speranza di mediocre riuscita; ogni cosa sin ora si è rimessa alle livellazioni; alle osservazioni da farsi non si è costituita veruna regola, nè per proporzionare l'alveo, nè per riconoscere la necessità, o inutilità delle arginature, nè per determinare la sufficienza della caduta calcolata, e da tali premesse cotanto incerte potranno dedursi asserzioni così franche?

Il secondo supposto è, che li fondi delle valli sieno tanto alti da potere scolare al mare, perchè altrimenti. Se tale declivio non vi fosse, non si potrebbe sperare bonificazione veruna, che non si dà in fondi per sua natura non essiccabili, tanto più che le valli presenti necessariamente devono ricevere scolatizie di campagne immense, ec. Questo asserto come vien provato? Forse col negare che hanno fatto li signori Ferraresi, che la bonificazione possa seguire reale colla diversione di Reno in Po grande, e col regolamento degli altri fiumi nell'alveo di Primaro? Eppure il nostro, e loro asserto, è fondato sull' istesso principio. Or qui si forma un dilemma. O li fondi delle valli presenti sono così alti, che ponno riuscire capaci di scolo, o nò; se sì, adunque è possibile, anzi facile avere l' intiera generale bonificazione per altri mezzi senza mutare faccia alle cose, ed impegnarsi in ispese stravaganti. Se nò, adunque non ostante qualsisia diversione di fiumi, ed in qualsisia luogo la bonificazione generale non si otterrà, e perciò cominciano a mancare in gran parte li benefizi esagerati.

Il terzo supposto è che data la caduta sufficiente al mare, si abbiano mezzi idonei per farne godere l'effetto alli terreni che si vogliono bonificare; ma sinora non si sa come si pretenda incamminare gli scoli di così gran tratto di paese al mare, se per l'alveo del Po

di Primaro, o per altro da farsi, se unite alle acque torbide de' canali de' mulini, oppure separati; considerazioni che in una maniera, o in un'altra alterano, o tolgono la promessa bonificazione. Non basta divertire le acque da' luoghi bassi per bonificarli, bisogna di più provvedere allo scolo, ed assicurarsi della perpetuità del medesimo, se non si vuole azzardare, e la spesa, e la riputazione.

Veggasi adunque quanto incerti sono i supposti a' quali hanno relazione le promesse de' signori Ferraresi, e quanto per altro sono certi i danni che dalla loro proposta derivano a tutte e tre le Provincie.

Sul fondamento di ciò che sin ora si è detto rendesi assai facile il rispondere alla loro scrittura. Primieramente i danni che ora si patiscono dalle rotte de' fiumi sono particolari, e solo si fanno sensibili a chi sta di sotto la rotta medesima, ma succedendo rotte nel nuovo alveo il danno si renderebbe universale, come che quasi tutto il territorio sarebbe al di sotto della rotta. Nello stato presente succedendo una rotta ad un fiume non uscirebbe dall' alveo che l' acqua di quello, ma effettuandosi il pensiero de' signori Ferraresi andrebbero ad inondare le campagne più fiumi uniti. Non crediamo però gran vantaggio rendere universale il danno particolare, e moltiplicare tanto di più le acque alle rotte.

Bisogna poi mettere in conto di debito i danni, e le spese necessarie per la fabbrica, e manutenzione degl' alvei, ed argini necessari, ed altri edifizi, e poi si vedrà se saranno così grandi le ricchezze come qui si dipingono. Anche gli Alchimisti quando pensano di poter arrivare a far l' oro si vedono nella propria idea i più ricchi uomini del mondo, ec.

La spesa di più, e più milioni qui si chiama un insensibile aggravio, ed in altri casi la spesa di pochi soldi, come quella di slezzare le chiaviche del Po grande si metteva in conto di un aggravio intollerabile.

La direzione poi della natura, è di unire i torrenti ai fiumi reali, di seguitare i siti di maggior caduta, e non di unire diversi torrenti, e sostenerli paralelli alle radici de' monti sull' equivoco di mandargli al mare per linea retta. Che poscia la nuova inalveazione sia per camminare fra terra sta a carico de' signori Ferraresi il provarlo.

Per altro sfuggono essi di calcolare la spesa dell' alveo proposto, e figurato in questo punto, perchè dubitano che l' immensità di essa non levi alla loro proposta una delle più necessarie, e plausibili condizioni, e renda superfluo il fare la tanto da loro desiderata livellazione. È però certo che la spesa è grandissima, e non paragonabile all' utile che se ne fosse per ricavare, ec.

# SCRITTURA XXXI.

## DELLA LINEA AL SAVIO.

*La presente scrittura benchè non fosse esibita dall' autore ne' congressi tenuti sopra la proposizione de' Ferraresi di condurre il Reno allo sbocco del Savio, ma solo privatamente comunicata ai due Cardinali, nulladimeno si è quì aggiunta, e perchè spetta all' articolo esaminato in tale occasione, cioè:* Se sia cosa possibile proporzionare con l' arte un alveo a diversi fiumi uniti, *e perchè contiene profonda dottrina intorno agli alvei de' fiumi, coerente a quella, che l' autore medesimo espose dappoi nel suo trattato della natura de' fiumi quattro anni dopo.*

Le acque portate dai fiumi, o sono chiare, o torbide, e gli alvei di essi, o sono composti di parti amovibili, o nò. Quindi nascono quattro casi possibili.

Primo, che un fiume porti acque chiare, e scorra per alveo resistente alle corrosioni.

Secondo, che porti acque chiare di sua natura, ma scorra per alveo di parti amovibili.

Terzo, che porti acque torbide, che scorrano per alveo resistente.

Quarto, che porti acque torbide per alveo di parti amovibili.

Nel primo caso, qualunque alveo gli sia preparato, se sarà capace di portare le massime piene, non potrà essere alterato, che per cause accidentali, e fuori di regola, come a dire dalle concrezioni tartarose, che fanno le acque, anche a giudizio del senso chiarissime, nelle parti laterali de' proprj alvei, come accade negli acquedotti delle fontane, particolarmente se le acque partecipano del minerale, e si dice succedere nella Nera in vicinanza di Terni,

Nel secondo caso bisogna distinguere: o il fiume avrà la cadente stabilita, o no. Se il primo, manterrà il proprio fondo senza elevarlo, od escavarlo per cause accidentali, v. g. se la disposizione delle ripe, o di qualche ostacolo frapposto rivoltasse la corrente in moti vorticosi, si cagionerebbero gorghi, e la terra scavata sarà portata in sito, dove l' acqua abbia così tardo il moto da permettere la deposizione, e da non sollevarla più; tali alterazioni però sono insensibili, e non se ne fa caso: se poi non sarà stabilita la cadente, ciò sarà, o perchè l' inclinazione di essa sia tanta, che l' aderenza che hanno le parti del fondo fra le medesime, sia tale che non possa resistere alla velocità dell' acqua, e perciò sia obbligata a patire divulsione d' una parte dall' altra; ed in tal caso valendo più la velocità dell' acqua per rodere il fondo, che questo per resistere, succederà,

che l' alveo continuamente s' escaverà sin tanto, che l' inclinazione della cadente si sia resa così dolce, che tanto possa la velocità, e sforzo d' acqua per corrodere, quanto l' aderenza delle parti del fondo per resistere; ed allora il fondo sarà come se fosse composto di parti non più amovibili; essendo che l' amovibilità, o non amovibilità delle parti si determina in paragone della forza tentante di amoverle.

In secondo luogo può la cadente non essere stabilita, perchè la inclinazione dell' alveo sia molto meno di quello che occorre per resistere alla velocità dell' acqua; ed in tal caso è chiaro, che essendo anche maggiore l' adesione delle parti del fondo per resistere alla velocità dell' acqua, questa non opererà, ma lascerà il fondo nello stato, nel quale lo troverà, senza escavarlo per mancanza di forza, e senza interrirlo per mancanza di materie, la quale però essendo somministrata, o dalla generazione de' gorghi, o dalla corrosione delle ripe, o da impurità di materia mischiatavi per accidente, si alzerà qualche poco di fondo nei siti dove sarà più facile la deposizione.

Nel terzo caso. Se il fiume correrà torbido per un alveo resistente; bisogna distinguere, perchè o la velocità dell' acqua è tanta da non lasciare deporre la torbida, ed in tal caso viene ad essere equiparata l' acqua torbida alla chiara; ma perchè il fiume non ha in tutti i luoghi eguale la velocità, che regolarmente è maggiore nel mezzo dell' alveo, che vicino alle sponde, rallentandosi sempre quanto più dal mezzo si scosta, quando si troverà l' acqua così indebolita di velocità, che non potrà più sostenere incorporata la torbida, bisognerà che la deponga, e sempre più presto la deporrà, quanto minore sarà la velocità, che rendendosi sempre minore, quanto più s' accosta alle ripe, è cagione che le deposizioni laterali si fanno a scarpa pendente verso il mezzo, come si osserva nelle ghiare, ed alluvioni, che si fanno nel fondo de' fiumi; non potendo queste mai farsi orizzontali, che in acqua stagnante, e sempre egualmente torbida; oppure in siti, dove eguale sia la torbida, ed eguale il grado di velocità, ma non sufficiente.

Se poi la velocità del fiume non sia tanta, nè anche nel mezzo da sostenere incorporata all' acqua la materia, o arenosa, o limosa la deporrà per tutto l' alveo, inegualmente però a proporzione della velocità, che possederà in ciascuna delle parti del proprio alveo, ed allora crescerà la condizione d' avere il fondo, e le sponde resistenti; e perciò caderà sotto le considerazioni precedenti.

Nel quarto caso. Se il fiume correrà torbido in alveo di parti amovibili, che è caso non solo il più frequente, ma poco meno che universale, anche in questo bisogna distinguere; perciocchè

O il fiume avrà tale inclinazione di fondo, che l' aderenza delle

parti di questo non possa resistere allo sforzo, che fa la velocità dell' acqua per superarla; ed in tal caso sia questa, o torbida, o chiara, il fondo si escaverà, come si è detto nel secondo caso, sino a rendersi così addolcita la cadente, che la velocità dell' acqua non possa più svellere le parti, delle quali è costituito il fondo, e tale inclinazione per questo mezzo acquistata sarà la cadente stabilita dalla natura, sopra la quale non si farà alzamento, e sotto la quale non si farà abbassamento veruno.

Oppure l' inclinazione del fondo sarà anche minore di quello, che bisogna per resistere alla divulsione delle proprie parti, tentata dalla velocità dell' acqua, ed allora tanto più resisterà il fondo alla escavazione, e potrebbe questo essere qualche poco più pendente per resistere alla medesima; ogni volta adunque, che o nel cessare delle piene, o nella mediocrità di queste si faranno deposizioni nel fondo dell' alveo, sopravvenendo le piene maggiori, non potranno levare la materia antecedentemente deposta, se ella non sarà superiore a quella cadente, che è la prima a resistere alla forza dell' acqua, quella, cioè che di sopra si è detta *essere determinata dalla natura*; e questa perciò viene *ad essere* ne' siti di poca pendenza piuttosto un effetto della velocità con la quale si equilibra, che causa della medesima, come volgarmente si crede, dipendendo essa in grandissima parte dall' altezza dell' acqua, che l' accresce, e sminuisce a proporzione.

Quindi è (per venire al punto) che per determinare la quantità dell' inclinazione di queste cadenti, bisogna considerare la condizione della materia, della quale viene ad essere costituito il fondo dell' alveo, cioè se ghiaia grossa, che più resiste al moto, se ghiaiella, se sabbia grossa, se sabbia minuta, se limo, ec. che gradatamente meno, e meno resistono, e perciò con maggiore inclinazione di fondo resiste all' escavazione la ghiaia grossa, con minore la ghiaiella, e con molto minore la sabbia grossa ec. quindi nello stesso fiume vengono formate diverse cadenti, secondo la diversa resistenza della materia del fondo, tale resistenza è composta di tre cose, prima, di gravità di materia; secondo, di aderenza; e terzo, di inclinazione di piano, essendo certissimo rispetto alla prima, che più facilmente sono portate, o spinte dall' acqua le materie più leggieri, che le più gravi; e perciò in caduta di otto piedi per miglio, può ben resistere la ghiaia grossa ad essere distaccata dal fondo, ma non la ghiaiella, nè la sabbia, rispetto alla seconda, meno resistono le materie sciolte, come la sabbia, che le unite, come la creta, o il tivarro; e rispetto all' ultima più resiste ad essere mossa una materia situata sopra un piano orizzontale, o poco inclinato, che sopra di uno di considerabile inclinazione.

Inoltre si deve paragonare la predetta resistenza alla velocità dell' acqua, perchè questa in grado maggiore svelle nella stessa inclinazione di fondo materie più grosse, che non potrà muovere un puntino; se sarà costituita in grado minore, e perciò è necessario stabilire i principj della velocità de' fiumi, i gradi con li quali essa cresce, e supponendo per ora che essa dipenda dalla sola altezza dell' acqua è duopo per determinarne la cadente, sapere che altezza avrà l' acqua nelle massime piene, e che grado di velocità può imprimere a se medesima nel fondo dell' alveo, il quale se potrà superare la resistenza del fondo lo scaverà ec.

Questo paragone poi di forza, e di resistenza è difficilissimo, e sin' ora non si sa che alcuno l' abbia neppure tentato, non che fatto, a darne regole.

Bisognerebbe prima determinare v. g. 20. piedi d' altezza viva di acqua hanno tanto di forza, che si equilibra con la resistenza, che li fa la sabbia d' una grossezza certa, quando ella sarà disposta in un piano cadente, per esempio, once 4. per miglio; così della sabbia più minuta, del limo, e delle ghiaie di tutte le grandezze, e così anche di tutte le altezze vive dell' acque, e questo modo non si può ottenere, che da esperienze, moltiplicate, e replicate, difficilissime da ridursi a metodo per la irregolarità propria, e connaturale degli alvei dei fiumi, oppure trovare una regola generale *a priori*, che insegnasse di calcolare, o l' egualità, o gli eccessi di queste forze, e resistenze, e bisognerebbe fosse fondata prima sulla proporzione, colla quale crescono le resistenze allo sminuirsi dell' inclinazione, sì nelle materie sciolte, come nelle aderenti, ed in ogni grado di gravità, di mole, e di figura: secondo, nella proporzione delle forze che fa l' acqua in diverse altezze, contro il fondo dell' alveo, computando la resistenza di esso, e l' inclinazione che avesse, e questo è un legame, ed incontro di proporzioni difficilissime anche nella geometria più astratta: terzo, nella unione, e comparazione della potenza, che è un moto, e della resistenza, che è una quiete ad una terza cosa, che potesse servire di misura comune a tutte due.

Quando tutto ciò si sapesse, non si sarebbe poi ne anche arrivati al fondo di questa notizia, posciachè, con tuttochè si abbia regola certa da calcolare l' altezza che fa il fiume aggiunto ad un altro, il calcolo però si concepisce, come se le sponde fossero di materia dura, ed il fiume non capace di dilatazione veruna, e pure all' accrescersi le acque, sempre s' allargano gli alvei, e le altezze si rendono minori delle calcolate; onde si fa anche necessario all' effetto che si cerca sapere con qual proporzione s' allargano gli alvei per l' introduzione di nuove acque, e ciò non si può determinare in alcuna maniera, che supponendo le sponde de' fiumi formate di materia

sempre a se stessa omogenea; condizione che non si può avere nel terreno, del quale siamo obbligati a valerci, essendo certo, che più s'allarga lo stesso fiume quando corre fra sponde arenose, che fra sassose; più se trova il fondo resistente, che facile ad escavarsi; più in grande altezza d' acqua, che minore ec.

Da tutto ciò si può comprendere quale, e quanta sia la difficoltà d' una inalveazione nella quale debbono entrare più torrenti, differenti fra di se nel corpo d' acqua, nella situazione del fondo, nella materia che portano, e per un terreno di natura tanto diversa, tralasciando poi di dire, che si ha un' acqua perenne, che la mantenga, e che si altererebbe considerabilmente ad ogni piena, secondo che gonfiassero i fiumi inferiori, o superiori, in maniera che se mai in nessun caso si può concludere in questo, che *valde difficilia impossibilia iudicantur*.

## SCRITTURA XXXII.

*Terminato l' esame del progetto di condurre il Reno allo sbocco del Savio, esibì il Guglielmini la seguente scrittura preliminare nella quale brevemente si accennano le difficultà principali contro gli altri tre progetti, che rimanevano da considerare.*

Hanno veduto l' EE. VV. tutto ciò, che concerne le due proposte de' signori Ferraresi, e nostra, le quali con giusta ragione possono dirsi gli ultimi limiti di tutte quelle, che possono cadere nella mente degli uomini, e tra le quali tutte le arti possibili si racchiudono.

Nel numero di queste sono la seconda di monsignor Corsini, per la quale s' introduce il Reno nel Po di Volano alla punta di S. Giorgio, e di qui al mare per l' andamento dell' alveo antico di questo ramo di Po.

Secondo: È stato da alcuni pensato d' introdurre con regola, ed arginature tutti li torrenti del Bolognese, e Romagnola nell' alveo del Po di Primaro, allargandolo a sufficienza, dove ne fosse conosciuto il bisogno, mandando parimente a sboccare nell' alveo predetto per lo mezzo delle chiaviche tutti gli scoli intermedj.

Terzo, anticamente fu proposto di bonificare tutte le valli a destra di Primaro col mezzo de' fiumi torbidi, lasciando che per mezzo di esse si fabbricassero i medesimi gli alvei proporzionati, e così s' incamminassero a poco a poco tutti uniti verso il mare a sboccare nella Sacca di Testa d' Asino.

Circa la prima proposta. Osta la poca caduta, che si ha dalla punta di S. Giorgio sino al mare di soli piedi 10. 3. 3. per quanto consta dalle misure prese nella visita dell' EE. VV. alla quale caduta

aggiungendo p. 8. per li motivi altre volte da noi addotti, ascende questa alla somma di p. 18. 3. 3, che divisa in miglia 45, lunghezza dell' alveo di Volano, dà di caduta per miglio piedi o. 4 $\frac{13}{35}$ insufficientissima al bisogno.

Alzerebbesi perciò il fondo di Reno sino a farsela, e perciò altrettanto sarebbe l' interrimento quanto si dimostra essere il difalto della medesima, e perciò si sarebbe obbligato a mantenere detto fiume fra arginature altissime, difficili anzi impossibili a mantenersi; e seguendo una rotta riescirebbe impossibile il ripigliarla, perchè non si potrebbe più rimettere l' acqua a correre per un sito più elevato.

Alla seconda proposta: osta parimente il difetto della caduta, *che* però non sarebbe necessaria tanto grande quanto pel Volano, a cagione che per quello dovrebbero unirsi molti fiumi assieme, e per questo dovrebbe scorrere il solo Reno. Il determinare poi *quale sia la* caduta, che richiedono i fiumi uniti, porta seco le medesime *difficoltà*, che di già si sono dette rispetto allo stabilire la cadente all' inalveazione superiore, abbenchè in questo caso non sia tanto difficile, potendo aversi qualche esempio dal fatto.

Secondo. Seguirebbe l' intersecazione di tutti *gli* scoli del *Bolognese*, li quali ora impediti fanno vedere i propri effetti inondando le campagne fruttifere, e introdotto il Reno in Primaro non potrebbero sboccarvi dentro per l' alzamento del fondo, senza mantenersi nella presente pregiudicialissima elevazione, o senza acquistarsela maggiore con l' intera desolazione del territorio di Bologna.

Terzo. La navigazione tra Bologna, e Ferrara resterà *sempre intersecata* dal Reno, e forse rovinata per mancanza d' acqua dalla parte di Ferrara.

Nella terza proposta. Crescono più le difficoltà, perchè dato per impossibile che si fosse ottenuto l' intento d' inalveare fra' proprj interrimenti tutti i fiumi del Bolognese e della Romagna, si adattano a questa inalveazione tutte le difficoltà sin' ora proposte; ma i danni si farebbero anche più grandi nel tempo intermedio, posciachè ne seguirebbero spaventose inondazioni. Ed in riprova si considerino gli effetti che ha fatti la rivolta del Reno nelle valli Sanmartina, del Poggio, e di Marrara, delle quali l' EE. VV. non hanno veduta che una piccola parte, essendo in tutti i giorni della visita mancato il lume del Sole prima che si fosse arrivato a dare una semplice occhiata agli ultimi termini ai quali si sono portate le valli. Inferiscasi di poi quali sarebbero per seguire ogni volta che il Reno passando dalle valli di Marrara a quelle di Marmorta andasse a scaricare in questa valle unite alle proprie acque quelle di Savena, dove accompagnandosi colle altre dell' Idice, Centonara, Quaderna, Gaiana, e *Sillaro*, quale sarebbe la concavità capace di riceverle e depurarle, se non si

facesse maggiore coll' elevazione del proprio pelo, e giugnesse a sommergere le più feconde campagne del Bolognese?

Lo stesso proporzionalmente si dee discorrere rispetto alle valli inferiori fino a Savena, nella qual considerazione cogli accrescimenti de' corpi d' acqua si veggono fatti sempre maggiori i danni, riconosciuti da' medesimi signori Ferraresi, che più d' una volta in questa visita hanno avuta la bontà di conoscere sinceramente l' insussistenza di tal proposta bonificazione.

Si sono umilmente sottoposti agli occhi dell' EE. VV. questi pochi motivi sopra le tre accennate proposizioni, non perchè non ve ne sieno moltissimi altri, ma perchè essi sono i radicali, dai quali ne germoglia un infinità d' altri, che nella discussione di esse da farsi ne' congressi si andranno di mano in mano proponendo.

## *ESAME DEL TERZO PROGETTO.*

### CIOÈ DELL' INTRODUZIONE DEL RENO NEL PO DI PRIMARO.

## SCRITTURA XXXIII.

*Posta in campo la proposizione di recapitare il Reno nel Po di Primaro, diede l' autore la seguente scrittura in ordine ai tre primi articoli che furono:*

*I. Se l' acque, e torrenti traspadani abbiano caduta sufficiente in Primaro, e quali di essi ve l' abbiano, e quali no, e se a quelli, che non l' hanno se gli possa dare.*

*II. Se introducendo il Reno nel Po di Primaro, gli altri torrenti traspadani avranno sufficiente caduta al mare, e che modo si possa tenere per dargliela.*

*III. Se il detto alveo si possa proporzionare slargandolo, e profondandolo secondo le acque, che vi si debbono introdurre, e in che modo ciò si possa praticare.*

Circa il primo: tutti i torrenti traspadani hanno caduta sufficientissima nel Po di Primaro. Ciò si prova, perchè se i Torrenti predetti in oggi vi scaricano le proprie acque, perdendo l' elevazione collo spandersi nelle valli, tanto più vi si scaricherebbero mantenute che fossero incassate sino all' ingresso. Pare per ciò superfluo il cercare il modo con che si possa dare la caduta necessaria ai detti torrenti, perchè la natura, quand' anche non l' avessero, gliela farebbe da se coll' elevazione o del fondo, o della superficie di essi.

Circa il secondo: tutta, o almeno la maggiore difficultà di questa

proposizione consiste in liquidare questo punto, facile a risolversi rispetto a qualcheduno de' fiumi, difficilissimo rispetto ad altri.

La caduta del pelo del Po di Primaro alla punta di S. Giorgio fino al pelo basso del mare è la stessa, che la caduta di Volano, determinata da noi piedi 18. 3. 3. Il fondo di Reno a Vigarano ha di caduta sul pelo del Po di Volano piedi 13. 0. 9, dunque la caduta di Reno da Vigarano al pelo basso del mare sarà piedi 31. 4. 0. La distanza è di miglia 70. in circa, e perciò compartita la caduta nella distanza, sarà once 5 $\frac{13}{35}$ per miglio, di gran lunga insufficiente al bisogno.

La caduta di Savena al dosso del Penna sopra il pelo alto del Po di Primaro in sito inferiore al Cavedone di Marrara è piedi 8. 3. 8. Il detto pelo di Primaro ha di caduta sul pelo basso del mare p. 17. 8. 3. Dunque la caduta del fondo di Savena al dosso del Penna sopra il pelo basso del mare è piedi 25. 11. 11, che compartita in miglia 45. ha di caduta per miglio quasi once 7, che per se stessa non può sussistere.

La caduta dell' Idice, ed altri fiumi, che sboccano in Marmorta, è quasi l' istessa, che la predetta del Po di Primaro cioè p. 17. *8. 3.* o certo poco minore, essendosi osservato nella visita, che trovandosi pieno il Po predetto, e le valli di Marmorta, non si potè entrare con una piccolissima barchetta nell' alveo dell' Idice, e questa caduta in miglia 27. in circa dal cavo della Bastia al mare, è quasi once 8. per miglio, che poco può scostarsi dalla necessaria per portare le proprie torbide unite a quelle di Savena, Quaderna, Gaiana, *Sillaro*, e fiumi inferiori al mare.

Molto più si giudica sufficiente quella de' fiumi inferiori, Santerno, e Senio, approvata per tale dall' esperienza dopo l' introduzione.

Si renderebbero più avvantaggiose le cadute di tutti i fiumi preaccennati, se introducendo il Lamone per l' alveo suo vecchio nel Po di Primaro a S. Alberto si aprisse con l' aumento di quest' acqua maggiore lo sbocco al mare, e si escavasse maggiormente l' alveo del Po.

Circa il terzo: l' arte di proporzionare l' alveo ai fiumi uniti di acque diverse sin' ora non è stata trovata, e forse non è possibile a trovarsi. Crediamo però, che divertito ad altra parte il Reno, non vi sarebbe bisogno di altro proporzionamento; perchè se l' alveo presente basta per tutti i fiumi, le acque di alcuno de' quali essendo sostenute appena si muovono, quanto più dovrà restare proporzionato a scaricare acque minori, e correnti con velocità, come sarebbero se vi si inalveassero i fiumi de' quali è capace, essendo troppo manifesto la gran velocità del Po di Primaro di sotto all' introduzione di Santerno, e Senio, e la poca degli altri superiori?

Si potrebbe bene nei luoghi ove apparisse la necessità scaricare le ripe, il che renderebbe maggiore dilatazione all' alveo, e più libero il corso alle acque.

Concludesi adunque, che il Reno assolutamente non ha bastante caduta per correre al mare per l' alveo di Primaro. Che Savena più s' accosta ad avervela. Che l' Idice, ed altri fiumi inferiori si giudicano capaci di essere introdotti in Po di Primaro inalveati, e regolati anco nel presente stato delle cose; e finalmente, che introducendovisi il Lamone facilmente si ridurrebbero le cose in istato da potere sperare, che la Savena stessa fosse capace della medesima inalveazione senza maggiori sconcerti.

Non mancheranno finalmente alle EE. VV. altri proficui ripieghi per far godere a tutte le tre Provincie l' utile tanto desiderato della bonificazione.

## SCRITTURA XXXIV.

### DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*Succedettero all' esame della medesima linea i tre altri articoli seguenti.*

*I. Se inalveandosi i torrenti traspadani in Primaro si debbano, e possano fare argini tanto alla destra, quanto alla sinistra del detto fiume.*

*II. Se coll' acque chiare si possa provvedere agli interrimenti, e prolungazione della linea, e di dove, ed in che copia possano queste ricavarsi.*

*III. Come si possa mantenere la felicità degli scoli dalla parte superiore.*

*Ai quali rispose l' autore per parte de' Bolognesi in questa maniera.*

Circa il primo: l' inalveazione de' torrenti in Primaro si è intesa nella discussione de' punti antecedenti dover riuscir tale, che non si elevi più di quello che ora è il fondo de' torrenti che debbono inalvearsi, anzi tale, che l' alveo del detto Po di Primaro non si alzi a segno di portare pregiudizio alle campagne adiacenti, siasi per l' impedimento degli scoli, o per altra cagione. Quindi rispetto ai torrenti che da noi si crede potersi introdurre nel Po di Primaro, non v' ha dubbio potersi fare argini alla destra di sufficiente altezza, come che in niun luogo manca terra proporzionata per tal lavoro, e l' elevazione delle arginature non può essere tanta da non potersi comodamente mantenere.

Doversi fare tali argini è manifesto, prima perchè sono necessari

al fine della bonificazione desiderata, altrimente mantenendosi le espansioni presenti poco, o niente si bonificherebbe. Secondo, perchè ristretta l' acqua fra gli argini acquisterebbe di velocità, e per conseguenza maggiormente escaverebbe l' alveo proprio, riconducendolo ad una cadente meno inclinata. Terzo, perchè niuna ragione vuole, che si lascino senza utile di veruno, in abbandono alle acque, campagne così immense quali sono quelle della Romagnola, e del Bolognese.

Rispetto poi a fiumi superiori questi si sono asseriti incapaci d' inalveazione nel Po di Primaro, perchè talmente per difetto di caduta alzerebbero il proprio fondo, e quello del predetto Po, che non si potrebbero sostenere arginature tanto alte quanto bisognassero, e l' elevazione del fondo non lascerebbe esito agli scoli delle campagne superiori. Dal che apparisce la risoluzione del restante del *quesito*, cioè, che rispetto al Reno assolutamente nè potranno costruirsi, nè costrutti mantenersi a lungo, argini da veruna parte, e per conseguenza che non si dee porre all' azzardo di farsi se non per rimedio provvisionale, ma che alla prima rotta che seguisse sarebbe gettata tutta la spesa, come che impossibile sarebbe obbligare un fiume a correre per aria.

Dalla parte sinistra è certo che non manca terra di tutta perfezione per ingrossare, ed elevare quando occorresse, gli argini presenti, ma succedendo rotte, eguale, o poco minore sarebbe la difficultà di ripigliarle.

Circa il secondo: l' unione dell' acque chiare alle *torbide* impedisce, o per meglio dire, ritarda gl' interrimenti in quegli alvei che sono, o che successivamente si fanno difettosi di caduta in proporzione dell' acque proprie, ma donde si possano ricavare queste acque chiare da noi, non si sa; essendo certo, che in questi paesi non vi è altra acqua chiara, che quella del canalino di Cento, e de' condotti dell' acque piovane, che sono un nulla rispetto alle torbide unite de' fiumi.

Circa il terzo: o gli scoli avranno caduta sufficiente nel *fondo*, stabilito che sia, di Primaro, o nò. Se l' avranno, non vi occorre alcun artifizio, se non l' ordinario delle chiaviche per iscolare felicemente. Se poi non l' avranno, appresso di noi è disperato qualunque rimedio, ma se per avventura ne fosse proposto alcuno, non mancheremo di soggettare con ogni umiltà il nostro sentimento sopra di esso alla sublime cognizione dell' EE. VV.

# SCRITTURA XXXV.

## DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*In alcune repliche date da' Ferraresi sopra i medesimi tre articoli avevano avanzate alcune asserzioni, le quali vennero impugnate dal Guglielmini colla seguente scrittura.*

La difesa ordinaria che si pratica per li fiumi, è quella di una lunga cortina d' argini sopra l' una, e l' altra ripa, e questa non si duplica che ne' luoghi ove maggiore sia il pericolo. Quindi non si sa intendere con qual fondamento già più volte si vada replicando, che il Polesine di San Giorgio, e le valli di Comacchio non hanno per difesa che un solo argine quasi che per essere ben difeso ve ne volesse un laberinto. Si dovrebbe piuttosto avvertire che l' esservi un solo argine mostra sufficiente tal difesa, perchè altrimente si sarebbe raddoppiato, e fattovi coronelle come in altri luoghi si pratica, particolarmente non vi essendo stato sin ora alcuno che abbia impedito di farlo. Finalmente si paragoni la difesa praticata a sinistra, con quella alla destra, e giudichisi se più meriti compassione chi si crede con finto timore non abbastanza in sicuro, o chi per mancanza d' ogni difesa patisce continuamente, e realmente quel danno che dall' altro viene ideato solo nell' immaginazione.

Si desidererebbe poi di sapere qual sia la ragione per cui si pretendesse l' arginatura a destra più bassa di quella a sinistra, perchè secondo il dovere l' una, e l' altra dovrebbero essere di altezza sufficiente al bisogno, e se i signori Ferraresi pretendessero poi che la loro a sinistra fosse più alta della contrapposta, niuno negherà loro che non l' elevino a loro piacimento.

Quanto alla diversione de' torrenti inferiori, questa cagionerebbe maggiore alzamento di fondo nell' alveo di Primaro. La ragione è manifesta, perchè si sminuirebbe il corpo d' acqua. Perciò l' acque chiare vi avrebbero minor caduta, e le campagne si scolerebbero più infelicemente. Non per altro è stato da' Ferraresi tentato d' introdurre l' acqua del Po di Lombardia nell' alveo di Primaro che per tenere basso il di lui fondo, e con ciò dare caduta, ed esito felice alle acque superiori. E non per altro si è interrito l' alveo di Primaro, se non perchè gli è mancato il gran corpo d' acqua che vi scorreva. Considerisi ora che effetto fosse per fare la diversione di altre acque, e quanto poco sieno uniformi le massime d' introdurre il Po, e di divertire da Primaro i fiumi che vi sboccano.

Le acque chiare considerate come tali non hanno forza di escavare. Ben lo provò a suó costo il p. Spernazzati, che fondato su questo

equivoco s'impegnò con Clemente VIII. di fare l'escavazione del Po di Primaro a forza d'acqua, e perciò con poca spesa; ma le promesse furono fallaci, perchè bisognò adoperare il paletto, e poi anche non gli riuscì. La soverchia caduta è quella che dà forza all'acqua di escavare, e questa non si trova in Primaro a proporzione del corpo d'acqua che porta, e se vi fosse, egualmente scaverebbe l'acqua torbida, che la chiara, come giornalmente si vede in altri casi, e se ne potrebbero portare esempi infiniti. Perciò riuscirà frustraneo il calcolo della proporzione dell'acque chiare alle torbide come di espellente all'ostacolo, se non si prova sufficiente la caduta perchè segua tale espulsione, e per conseguenza sono inutili tutte le altre regole non ad altro dirette, che ad allontanare dal Polesine di S. Giorgio le acque tutte de' torrenti, abborrite al pari che se fossero velenose, senza aver riflesso allo svantaggio che ne può seguire alle altre Provincie.

Circa il terzo: si avverte con quanta facilità i signori Ferraresi propongono il rimedio delle botti per provvedere a qualunque sconcerto, e con quanto vigore le hanno altre volte rigettate quando sono state proposte da' Bolognesi; eppure non vi è altra differenza, se non che le proposte da noi non potevano essere più che una, o due, e le necessarie per provvedere agli scoli a destra di Primaro si contano a diecine, e sotto alveo maggiore di quello di Reno, ed in fondo non così sicuro come nelle campagne superiori del Ferrarese.

Che gli scoli poi fossero per acquistare maggior caduta in Primaro, rimossi che fossero i fiumi inferiori, da noi non si nega confidentissimamente, e se n'è addotta la ragione di sopra.

## SCRITTURA XXXVI.

### DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*Furono dopo ciò sottoposti alla disamina ne' congressi tre altri articoli, a' quali è responsiva la seguente scrittura dell'autore, e sono;*

*I. Se dopo la rimozione di Reno dall'alveo di Primaro, questo si sia interrito.*

*II. Se le sorgive del Polesine di S. Giorgio sieno cresciute, mancate, e per qual causa, e se le valli di Comacchio per l'introduzione del Reno, ed acque traspadane nel Po di Primaro riceveranno danno, o pregiudizio, e come vi si possa rimediare.*

*III. Quali effetti proveranno da tale inalveazione le tre Provincie, se questa sarà stabile, e quanto importerà la spesa.*

Altrettanto è facile asserire che l'alveo di un fiume corrente sia

interrito, quanto difficile il provarlo, se non si hanno segni stabili, in relazione a' quali possa desumersene la notizia confrontando insieme le misure fatte in diversi tempi. Rarissimi sono i predetti segni nell' alveo di Primaro, abbenchè moltissimi gli scandagli fatti nelle visite Centuriona, Gaetana, Corsini ec. i quali, come ad altro fine diretti, furono lasciati sciolti, e a nulla servono, per la risoluzione del punto presente.

Servirà però per notizia dell' EE. VV. che l' alveo di Primaro quando dava il passo al ramo del Po grande che vi scorreva, necessariamente doveva essere profondissimo, quasi al pari dell' alveo presente del Po di Venezia. Che secondo che l' acqua cominciò ad abbandonarlo dovette proporzionalmente andarsi elevando più nelle parti superiori, meno nelle inferiori, perchè più scarsa era l' acqua nelle parti di sopra, che di sotto. Che divertiti che furono per Breve di Clemente VIII. tutti i torrenti dal Reno sino al Lamone, non si sa se l' alzamento del fondo di Primaro, fosse arrivato a quel segno, che richiedeva la naturale disposizione della cadente proporzionata a tutte le acque che vi mettevano foce. Che escavato che fu sotto la direzione del p. Spernazzati, e del Fontana, certo l' escavazione, come diretta a far ritornare il Po di Lombardia in quest' alveo, ragionevolmente ridusse il fondo di esso più basso di quello che conveniva per portare al mare le acque de' torrenti Bolognesi, e Romagnoli. Che perciò non sarebbe maraviglia, se non essendo poi seguita la meditata introduzione del Po, ed inalveatisi di nuovo alcuni de' fiumi predetti in Primaro, di nuovo si fosse questo elevato, come necessariamente dee avvenire a' fiumi torbidi che hanno la cadente meno inclinata del suo bisogno. Che nulladimeno vedendosi qualche interrimento non si dee per buona conseguenza dedurre, dovere esso sempre farsi maggiore, e poi inferirne con iperboli smoderate una infinità di precipizi, e desolazioni, descrivendone esattamente ogni più sottile minuzia. Che piuttosto si dee accertare, se l' alzamento sia mai finito, o giunto al suo sommo, almeno in qualche parte, e dalla caduta di esso al mare arguire quali sieno i torrenti, fiumi, ed acque, che possono senza sconcerto, anzi con vantaggio, mettere in Primaro la foce, e quali nò; ed è certo, che nella prima classse s' annoverano gl' inferiori, e nell' altra almeno il Reno, come si è detto nella nostra risposta al secondo punto alla quale ci rimettiamo. Che finalmente bisogna pensare al modo di fare con sicurezza l' inalveazione de' fiumi non ancora introdotti in Primaro, ed il regolamento di tutte l' altre acque a destra di Primaro, per supplire nella maniera che si può al difetto delle notizie necessarie al proporzionamento dell' alveo.

Circa il secondo: le sorgive del Polesine di S. Giorgio sono antiche, e forse coeve allo stesso, essendone in ogni tempo uditi i

lamenti degl' interessati. Gli strumenti, ed altre scritture esibite al-l'EE. VV. dalla comunità d'Argenta in proposito del mulino del Golditore ne fanno ampia fede, e l' Aleotti nella sua difesa più volte ne fa menzione: se poi si sieno fatte maggiori, o minori a noi non può costare, che siamo privi delle notizie necessarie. Crediamo bene che la risoluzione di questo punto debba dipendere dal provare due estremi, che sono, prima lo stato antico, e poi il moderno, per potere dal confronto dell' uno, e dell' altro ricavare la verità. Avendo poi a discorrere sopra principj generali, diremo, che se le sorgive dipendono da un pelo d' acqua più alto della superficie della terra, che le patisce, e dalla porosità del terreno, questa dee credersi uguale in tutti i tempi, ma quello siccome è stato vario può anche aver portata alterazione nelle sorgive. Se queste anticamente erano effetti dell' altezza dell' acqua del Po, bisogna necessariamente dire, che quel tratto del Polesine, che è tra la punta di S. Giorgio, e l' argine di Marrara sia adesso di molto miglior condizione, che anticamente, perchè ora non riceve che poca acqua dalle valli, non tutto il Po come una volta. Nel restante della riviera si veggono argini altissimi, a' quali nelle somme escrescenze restano molti piedi di vivo, come hanno veduto l' EE. VV. in tempo che al segno stabile di Longastrino mancavano poche once per arrivare a quello delle massime piene. Se tali argini furono fatti, e regolati per l' acqua del Po, pare che le piene presenti dovessero riuscire molto minori delle antiche, e che essendo le piene di Po grande di molto più lunga durata, che le presenti del Po di Primaro, dovessero perciò anche nel resto del Polesine per li detti due capi essere minori le sorgive.

Rispetto al punto se l' introduzione di Reno, ed altre acque traspadane nel Po di Primaro possa apportare danno alle valli di Comacchio, si risponde che quelle le quali potranno corrervi inalveate non apporteranno danno veruno nè alle valli predette, nè ad altro luogo, e la ragione si è, che se non vi apportava danno ne' tempi antichi il Po grande, molto meno lo apporteranno acque di corpo tanto minori, anzi rispetto alle valli di Comacchio queste non riceverebbero danno veruno neppure dall' introduzione di Reno, il quale non per questo, ma per gli altri più sodi motivi si esclude.

Circa il terzo: gli effetti dell' inalveazione de' fiumi inferiori che ne sono capaci nell' alveo di Primaro, saranno la bonificazione di tutte le valli, ed altri siti bonificabili per essiccazione, lasciando la facoltà di render buono coll' alluvione per via di chiaviche i fondi presentemente troppo bassi: benefizio che non si può avere dalla linea superiore de' signori Ferraresi. Secondo, gli scoli tutti si potranno mandare a sboccare nel detto alveo di Primaro, o con chiaviche, o senza, secondo che mostrerà l' opportunità del sito. Terzo, l' influsso

de' fiumi predetti manterrà scavato il fondo di Primaro tanto, che gli scoli vi potranno felicemente sboccare, condizione che non si può ottenere nella linea predetta de' signori Ferraresi. Quarto, il Porto di Primaro si renderà più libero, perchè il corso dell' acqua porterà via gli scanni che vi si trovano in faccia. Quinto, le sorgive del Polesine di S. Giorgio, o si leveranno intieramente, o si renderanno minori, perchè inalveati che sieno i fiumi predetti, le piene del Po non dureranno se non tanto quanto quelle de' fiumi influenti, che vuol dire pochissimo, dove ora durano 15. o 20. giorni, e cessate poi le piene, l' acqua ordinaria non potrà dare sorgive, come di minima altezza.

Si conclude perciò, che divertito il Reno in Po grande, e trovato qualche temperamento per Savena, e inalveati gli altri fiumi in Primaro, con ogni maggior certezza si sarà ottenuta la generale bonificazione, o almeno preparati i mezzi per compirla col tempo, e senza spesa esorbitante che può farsi non tutta in una volta.

La quantità però precisa di essa non può accertarsi come dipendente da misure, che sin' ora non sono state prese, ec.

## SCRITTURA XXVII.

### DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*Avevano i Ferraresi esibito un loro foglio sopra i medesimi tre articoli, al quale l' autore fece le seguenti annotazioni.*

L' interrimento fatto dalla banda delle ripe non ha che fare nel caso presente, dove s' intende d' interrimento di fondo, altrimente se ciò valesse, si potrebbe dire che tutti i fiumi s' interriscono, e nello stesso tempo si scavano, perchè le alluvioni si cambiano in corrosioni, *e viceversa*.

L' alzamento degli argini giustificato che fosse, bisognerebbe per esser mezzo adattato a provare l' alzamento del fondo, che si desumesse da un termine stabile, altrimente resterà sempre in sospeso, se sia semplice riparazione, o pure nuovo alzamento.

Non si accordano poi insieme interrimento di fondo, e rallentamento di moto. Il primo accresce caduta, ed il secondo è effetto di mancanza della medesima. E di fatto dove è probabile che siasi per lo passato elevato il fondo di Primaro, cioè dallo sbocco di Santerno in giù, si osserva velocità di moto considerabile, che non è tale al di sopra, dove non è seguito l' alzamento necessario per formare le cadenti, per altro poi se le sorgive derivano dallo stagnamento dell' acqua, bisogna asserire che ora sieno minori che per lo passato,

costando per detto di testimonio nella visita Ferri, li 9. Dicembre 1690, che adesso tra le piene de' fiumi inferiori, e quelle de' superiori intercede lo spazio di sole 6. o 7. ore, dove per l'avanti era di 6. o 7. giorni, frase che importa maggiore velocità di moto ne' tempi presenti che negli antepassati, e lo stesso maggiormente si proverebbe, se le acque chiari facessero maggiori le sorgive, che le torbide.

Lo stare in colmo del Po di Primaro 40. giorni merita qualche prova più, che la semplice asserzione, ma posto anche che fosse vero, anche il Po grande dura alto lo stesso tempo, e risente i flussi, e le maree grosse; adunque per questo capo, uguale dee essere l'effetto presente all'antico.

Che poi nelle visite antiche non sieno state viste le sorgive osservate nell'ultima del sig. Auditore Ferri non prova che non vi fossero, costando la loro esistenza per altri mezzi. Se i *danni* poi sieno in oggi maggiori che nel passato resta incerto, ma quando fossero, nella medesima visita Ferri se ne apporta la cagione a dì 9. Dicembre 1690, cioè l'interrimento de' condotti del Polesine.

In ordine all'accrescimento della velocità introducendo i torrenti divisati nel Po di Primaro, già si confessa che ciò farebbe sminuire l'altezza dell'acqua, adunque non converrà alzare gli argini. Rispetto poi all'avanzamento delle corrosioni si riflette, che quando ivi correva il Po grande certo era maggiore la velocità di quel che possa essere con l'inalveazione anco di tutti i fiumi. *Dunque*, se tale effetto pregiudiciale allora non succedeva, molto meno dovrà succedere nel caso di cui ora si tratta. La rimozione poi del Lamone dal Po d'Argenta fu mal pensata, e l'effetto ne ha fatta la dimostrazione.

## SCRITTURA XXXVIII.

### DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*Mentre si andava esaminando questo progetto, uno degli Ingegneri de' due Cardinali, per facilitare il recapito del Reno nel Po di Primaro, con accrescere la caduta di quello, abbreviandone la linea, suggerì che la diversione del Reno si facesse da un punto più alto di quello, che si era pensato, e si facesse sboccare in Primaro al Traghetto; onde nacquero altri articoli, e prima.*

*I. Se voltando il Reno al Trebbo, ed unito a Savena portandolo per l' Idice al Traghetto avrà sufficiente caduta per ispingere le sue piene al mare.*

*II. Se per facilitare la proporzione dell' alveo all' acque traspadane, convenga rimuovere alcuni de' torrenti inferiori, e quali, e come; oppure sia meglio mandarli tutti uniti nel predetto fiume.*

*Ai quali il Guglielmini rispose nel modo seguente.*

Circa il primo: il voltare il Reno al Trebbo, ed unito a Savena portarlo per l' Idice al Traghetto a sboccare nel Po di Primaro, è proposizione che merita particolari riflessi anche fuori di quello della caduta, sì in ordine al modo, sì a riguardo dei mezzi, della spesa ec. Contuttociò per non dilungarsi dall' articolo proposto, si risponde, che la caduta di Reno dal Trebbo al Traghetto si riconosce per assai grande, ma non se ne può determinare la precisa quantità, comecchè non si è fermata al Traghetto veruna livellazione. Tal caduta però, qualunque sia, certo è non può essere così distribuita per la lunghezza, che mantenga incassati i fiumi in veruna parte, come è manifesto dal vedere, che il Reno al Trebbo porta seco la necessità di essere arginato, la quale tanto più crescerebbe in questa proposizione, quanto più si scostasse dal monte. Onde se per caduta sufficiente s' intende tale da non avere bisogno d' argini, si nega tale sufficienza di caduta, e probabilmente si può anco negare in senso, che il fondo dell' alveo debba andare sotto il piano di campagna. Si crede bene, che il Reno per qualunque linea possa portare le sue torbide al Traghetto con la caduta, che vi ha, ma col sussidio degli argini, e coll' elevazione necessaria del suo alveo sopra il piano delle campagne in molti luoghi.

Il maggior dubbio consiste in accertare se la caduta del Po di Primaro sia tale da spingere le torbide introdottevi al mare, senza deporle nell' alveo, al che, come altre volte si è detto, può contribuire molto, e forse è l' unico mezzo, l' assicurarsi se i fiumi Santerno, e Senio abbiano in oggi stabilita la loro cadente, senza la quale

precedente determinazione, e senza misura esatta dell' inclinazione accennata, non può darsi veruna categorica risposta a questo articolo.

Circa il secondo: stimiamo gravissimo errore, da alvei per altro difettosi di caduta, rimuovere fiumi sotto qualunque pretesto, essendo certissimo, che l'acqua maggiore di corpo ha maggiore la velocità, ed ha bisogno di minore caduta per ispignere le torbide al mare. Il divertire adunque i fiumi inferiori dal Po di Primaro non è altro, che accrescere l'insufficienza della di lui caduta, e per conseguenza obbligarlo ad elevarsi maggiormente di fondo, al che necessariamente dee poi succedere la maggiore elevazione degli argini, e l'impedimento allo sfogo delle valli, e degli altri fiumi, e condotti, che dentro vi sboccassero.

Tanto dunque è lontano, che i fiumi inferiori a titolo di facilitare la proporzione dell'alveo dovessero levarsi da Primaro, oppure rimovendoli dalle parti superiori mandarli inferiormente a sboccare verso la foce di esso, che piuttosto dovrebbero e il Lamone, e il Senio, e il Santerno rimuoversi dagli sbocci presenti, ed introdursi nell' alveo del Po predetto in sito il più che si può superiore, acciocchè per più lungo tratto il fondo di esso si mantenesse scavato, e perciò desse più facile ricetto, e più libero esito all' altre acque, che venissero dalle parti superiori.

## SCRITTURA XXXIX.

### DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*Passandosi ad altri articoli sopra il medesimo progetto di condur il Reno in Primaro dal Trebbo al Traghetto, fu disputato:*

*I. Se dopo l'introduzione di Reno, e Savena per l'Idice al Traghetto avranno felice esito in Volano gli scoli, che vanno in Marrara, e se gli altri che saranno intersecati dal nuovo alveo potranno nel medesimo essere introdotti.*

*II. Se introducendo uniti la Centonara, la Quaderna, la Gaiana, e canale di Medicina incontro a Boccaleone vi anderanno felicemente.*

*III. Se il Sillaro, e il Corecchio possano andare unitamente alla Bastia, e dove sia meglio introdurgli, e se il Lamone o da per se, o unito col Santerno, e Senio debba introdursi verso la torre di Primaro.*

*E a queste domande l'autore così soddisfece.*

Sopra il primo: verte questo articolo circa la felicità degli scoli, che si dividono in tre classi. Nella prima stanno quelli che sono intersecati dalla nuova linea, nella seconda quelli che sfogano in

Marrara, e nella terza tutti gli altri situati tra l'Idice, ed il Lamone.

Rispetto ai primi, dipende la risoluzione dallo stabilire evidentemente, che il nuovo alveo dal Trebbo sino alla Riccardina debba riuscire del tutto incassato fra terra. Quando ciò fosse ne viene in conseguenza, che ogni volta che il fondo degli scoli non fosse pareggiato dalle massime piene, al certo tutti gli scoli intersecati goderebbero felicità eguale alla presente; ma quando succedesse il contrario, non potrebbero non deteriorarsi considerabilmente gli scoli dell'acque chiare, più e più quanto le massime piene si elevassero sopra il piano delle campagne, poichè oltre il dovere essere sostenute con chiaviche le acque piovane (suggezione alla quale presentemente non sono sottoposti per privilegio di natura i terreni superiori alla progettata linea) sarebbero in continuo pericolo di essere interriti i condotti a cagione delle rotte, e senza di queste più frequentemente si interrirebbero a causa del temporaneo sostentamento dell'acque proprie. Per isfuggire tale inconveniente si dividono secondo le buone regole le acque chiare dalle torbide, come è manifesto dal vedere, che gli scoli delle campagne non si mandano che rare volte, e forzatamente a sboccare ne' fiumi, benchè in parte incassati; e i signori Ferraresi stimano tanto buona questa massima, che in tutto il loro gran territorio, che chiamano Cispadano, eleggono piuttosto di mandare i condotti dell'acque chiare a sboccare per una lunghissima linea di 60, e più miglia al mare, che d'introdurli per una brevissima, come facilmente potrebbero nel Po grande.

Che poi ciò dovesse succedere per tutto il tratto della nuova linea si fa manifesto dal vedere, che il Reno al Trebbo ha bisogno di argini, e che la campagna dal Trebbo a Corticella, nel breve tratto di un miglio e mezzo, ha di caduta p. 5. 1. 7, come apparisce dalla livellazione inutilmente fatta, essendo che ogni volta, che il piano di campagna ha maggiore pendenza di quella, che richieda il fiume, e che nel principio questo cammini con argini, ne segue, che per tutto il tratto debba continuare la necessità degli argini medesimi.

Rispetto poi agli scoli che sboccano in Marrara, non v'ha dubbio, che parlandosi di acque chiare non possano voltarsi utilmente in Volano, o anche altrove, come da noi è stato detto nella prima scrittura per l'introduzione di Reno nel Po.

Ma quanto ai condotti inferiori non si può accertare la felicità, e infelicità de' loro sbocchi, se prima non venga determinato se l'alveo presente del Po di Primaro sia, o nò per interrirsi nell'introduzione de' fiumi, e quanto; essendo certo, che le campagne nello stato presente difficilmente si scolano, e solo in istato di acque basse, onde quando fossero obbligate a sormontare un fondo più alto, tanto più infelice riuscirebbe lo scolo, e farebbonsi nuove valli, il che

tanto maggiormente, e più facilmente succederebbe, se si divertissero dal Po di Primaro i fiumi inferiori, anzi se non si introducessero il più alto che si può, ed inoltre se non vi si sboccasse il Lamone a S. Alberto, e le terre intrachiuse tra il Santerno, e il Lamone, oppure tra il Sillaro, e il Lamone, sarebbero le prime a sentirne perniciosissimi effetti.

Sopra il secondo. L' introduzione della Centonara, Quaderna, e Canale di Medicina incontra a Boccaleone, è impossibile a farsi nello stato presente, ed è di sommo pregiudio agli scoli intermedj.

Primo, perchè attraverso la valle di Marmorta non si trova terra per fare argini, per la troppa bassezza del sito, che resta in più luoghi tutto l' anno coperto dall' acque; e sebbene in alcuni luoghi l' estate si scuopre terra, nulladimeno per la sua pessima condizione, che non la lascia far corpo, non si eleva quanto si vorrebbe, ed elevata che sia non resiste, e non dura in tale elevazione.

Secondo, perchè siccome in oggi gli scoli restano infelici sboccando nel Po di Primaro anche col benefizio di tutta l'ampiezza delle valli, ristretti che fossero, ed introdotti in un torrente, che richiede gran caduta, e per conseguenza grande altezza di fondo, maggiormente si infeliciterebbero, e renderebbero i terreni superiori vallivi.

Sopra il terzo: alla prima parte circa l' introduzione del Sillaro, e del Corecchio uniti alla Bastia, si risponde che l' unione non può essere che dannosa al Corecchio medesimo, comecchè dovrà sboccare sopra un fondo più alto di se medesimo, per le ragioni di sopra allegate. Sarebbe perciò meglio unire, come una volta era il Corecchio all' Erboso, e sboccarli unitamente in Primaro in luogo proporzionato, inalveando il Sillaro da se solo alla Bastia. Tale separazione degli scoli dell' acque piovane da fiumi torbidi è anche secondo il sentimento de' signori Ferraresi, che in una delle loro antepassate scritture si espressero, che i condotti avrebbero dovuto introdursi in Primaro tra un fiume e l' altro; è così uniforme alla pratica presente, che non si trova scolo veruno ne' contorni de' quali si tratta, che sbocchi in alcuno de' torrenti vicini.

Alla seconda parte, dell' introduzione del Lamone alla Torre di Primaro, si risponde, che essa riuscirebbe utile agli scoli del Ravegnano, che più non sarebbero intersecati dal corso presente del detto Lamone paralello alla spiaggia, ma non servirebbe a mantenere scavato il Po di Argenta per essere troppo bassa l' introduzione, anzi quando si avesse intenzione di unirvi il Santerno, e il Senio, si pregiudicherebbe considerabilmente alla manutenzione del fondo del Po, che richiede introduzione di corpo d' acqua nelle parti superiori, e non allo sbocco, che solo con l' accrescimento di tali acque si manterrebbe aperto senza maggior vantaggio.

# SCRITTURA XL.

## DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*Si esaminarono dopo ciò altri quattro articoli, cioè:*

*I. Se il Reno nel correre per lo cavo del Duca l'abbia interrito, e che effetto produca nel cavo delle Caccuppate.*

*II. Se senza pregiudizio della navigazione, attesa l'altezza di 30. piedi in circa, ritrovata a Corticella dal piano della campagna al pelo del canale Naviglio, potranno l'acque del Reno portarsi per un ponte canale.*

*III. Se con quattro chiaviche, due in Marmorta, e due nelle valli di Ravenna, si possa dare sfogo alle piene grossissime di Primaro, e possano le medesime servire per portare gli scoli in Po basso.*

*IV. Quali effetti si possano attendere da tal linea, e che spesa sarà, distinguendo quella della parte superiore dalla Samoggia al Traghetto, da quella dal Traghetto al mare.*

*Intorno ai quali il Guglielmini così rispose.*

L'interrimento del cavo del Duca è così manifesto, che per tutto il tratto della Sanmartina per la quale è corso torbido, appena di esso si veggono le vestigia. Egli è ben vero, che nelle parti inferiori, ridotte ora ad uso di navigazione, si scorge anco assai profondo, ma è altrettanto vero, che il Reno non vi ha corso dentro con sabbia, che è la materia più atta a fare deposizioni, e che richiede maggior caduta per essere spinta al suo ultimo termine, e ciò è manifesto dal vedersi in tali siti il fondo del cavo predetto non arenoso, ma bensì cretoso, cioè fatto dalle deposizioni di limo tenacissimo.

Il simile si ripete del cavo delle Caccuppate, nel quale non si crede sieno succedute deposizioni di rimarco (non se ne ha però certezza per difetto di misure antiche) attesa la gran caduta che vi hanno le acque superiori.

Circa il secondo: è impresa difficultosa, se non impossibile, far passare il corpo delle acque di Reno unite a quelle della Samoggia, Martignone, Ghironda, e Lavino sopra un ponte canale, e sotto di esso far passare le barche. Le difficultà sono, prima la sussistenza della quale sommamente si dubita; pure essendo materia spettante all'architettura civile, si rimette a migliore giudizio. Non lasciamo però di suggerire che al tempo di Papa Paolo V. il Fontana, architetto di non mediocre grido, pretese di fabbricare con la dovuta sussistenza le chiaviche Paoline, e pure l'esperienza mostrò contrario l'effetto, e le tre provincie restarono defraudate d'un benefizio promesso loro per certo dallo sborso di parecchie migliaia di

scudi. Rammemorinsi le grandi promesse, e manifatture fatte in diversi tempi dagli architetti de' Duchi Estensi per mantenere l' equilibrio dell' acqua ne' rami del Po di Lombardia, e di Ferrara, e poi se ne osservino gli effetti, se ne cerchino le vestigia. Tanto è vero, che la natura non vuole essere forzata, ma solo secondata, ed imitata dall' arte.

Secondo, data la sussistenza per virtù dell' arte, e dell' artefice, non si può però credere tal opera eterna, perchè si sa, che il tempo consuma, e divora tutte le cose, tanto maggiormente, che questa sarebbe soggetta a mille cause, che coopererebbero alla di lei distruzione. Fra queste si enumera una continua umettazione d'estate, e d' inverno geli rigorosissimi, gli effetti de' quali molto bene sono noti; un corso d' acqua, che a lungo andare consuma non solo i mattoni, ma i sassi vivi medesimi ec. E poi chi assicura, che l' acqua debba sempre imboccare il ponte a dirittura, e non voltando il corso batterlo lateralmente? Se mai in una piena venissero a rompersi o le parti laterali, o il fondo, non sarebbe tale edificio desolato sino da' fondamenti? Quali rovine non ne nascerebbero? Parte di queste sono state descritte ne' nostri fogli antecedenti esaminando la linea superiore de' signori Ferraresi, ai quali ci rimettiamo.

Terzo, se mai venisse a rompersi tale ideata fabbrica, con qual arte dovrebbesi riparare? La costruzione può forse esser facile, ma la conservazione, e ristaurazione non può riuscire, che impossibile.

Passando dalla sussistenza alla idoneità, desidereremmo, che di tale edifizio ci fossero comunicate la pianta, gli alzati, ed altre misure necessarie, per determinare se le barche vi possano passare sotto, e se sieno per farsi ristagni all' acqua del Reno, oppure alzamento di fondo, o cascate precipitose, notizie tutte necessarie per ben discorrere questa materia, potendo essere, che non ostante l' altezza di 30. piedi dal piano di campagna a Corticella, sino al pelo dell' acqua del Canale Naviglio, possono succedere molti altri considerabili sconcerti.

Circa il terzo: non sappiamo intendere come le stesse chiaviche possono servire di diversivi alle piene grossissime del Po di Primaro, ed in uno di scolo alle valli medesime in acqua bassa. Anche di queste bisognerebbe che ci fossero comunicate le piante ec. ed inoltre ci fosse descritto il modo col quale si pretendesse che dovessero essere adoperate, e precisamente se le loro soglie debbano essere spianate sul fondo del Po, oppure sollevate sopra di esso.

Possiamo ben dire, che a nulla serviranno per l' intento desiderato. La ragione si è, che le valli di Marmorta, e lo stesso si ripete di quelle di Ravenna, sono vasi piccoli, e di niun momento, che presto si riempirebbero, e momentaneo sarebbe lo scarico. Non

serviva la diversione dell' alveo di Ferrara per iscaricare il Po grande, e pure aveva esito, e nelle valli, maggiori di numero, e molto maggiori di espansione, e nel mare. E si potrà credere, che siene per diminuire le piene del Po di Primaro quattro piccole chiaviche, che scaricassero le acque in due piccole valli, e senza sfogo?

Come poi si sarebbe ottenuto il benefizio preteso della bonificazione, se i terreni dovessero di tanto in tanto ridursi come ora sono a valli, e forse maggiori delle presenti? Con qual animo potrebbero fabbricarvisi case per li coloni, o almeno mandrie per animali da pascolo? Se ad ogni momento potrebbesi dubitare, che si aprissero le porte alla morte, perchè andasse ad opprimere con un diluvio di acqua gli uni, e gli altri nelle proprie abitazioni? Con quale speranza si coltiverebbero le terre, e si fiderebbero le sementi alle colture, se la raccolta de' grani avesse a cambiarsi in una messe di canne palustri? Non mancherebbero mai pretesti di aprire le chiaviche ad ogni piena, e germoglierebbe sempre il timor de' pericoli del Polesine di S. Giorgio, e delle valli di Comacchio. Si vedrebbe alla destra di Primaro sommerso in un mare d'acqua, e case, e alberi, e coltivati, e in una sola parola tutte quelle desolazioni, onde si dubita alla sinistra, le quali perchè non avessero a succedere neppure per ombra, si correrebbe ad aprire le chiaviche, rovesciando non il pericolo, ma il danno addosso ai poveri Bolognesi, e Romagnoli.

Se non fu creduto giovevole servirsi delle chiaviche Paolina, e Borghese all'istesso effetto destinate, non ostante che scaricassero le acque nelle valli di Comacchio, di quella ampiezza che è nota ad ogn' uno, e comunicatali col mare per le bocche di Bellocchio, Magnavacca, e Porticino, oltre tante altre che terminano in Volano, perchè mai dovrà credersi utile l' uso delle quattro proposte con tanto maggior pregiudizio, e con tanto minor vantaggio? E se i signori Ferraresi si pretesero sgravati dalle prime pel solo dubbio, che col tratto del tempo interrendosi le valli di Comacchio, non avessero a deteriorarsi gli scoli del Polesine di S. Giorgio, con quanto maggior ragione si debbono ora dolere le provincie di Romagna, e Bologna, che si pretenda, non ostante il privilegio del sito, obbligare i loro terreni a ricevere lo scarico delle piene di Primaro, non con ideale pericolo d' impedimento di scoli, ma con totale, universale, e manifesto interrimento de' medesimi, ogni volta che si aprissero le chiaviche? Se si vuole sgravare il Po di Primaro nelle sue piene, basta valersi delle preaccennate chiaviche Borghese, e Paolina, che con pochissima spesa si possono nettare, e sono più adattate all' intento, e come tali considerate, quando si fece la bonificazione in tempo del sig. Cardinal Gaetano.

Circa il quarto: rispetto alla prima parte, concernente gli effetti

della linea progettata, si risponde, che non si sa vedere altro buon effetto, che quello di liberare le valli di Marrara, e terreni adiacenti dalle acque alle quali sono presentemente soggetti, ma tale vantaggio viene ad essere bilanciato da tante pessime conseguenze, che non merita di essere quasi considerato.

Primo, si dubita ragionevolmente della caduta, che possa avere la Samoggia, Lavino ec. sul fondo di Reno presente, e la ragione di dubitare si è, che per una più breve linea si portano i fiumi predetti dalla via Emilia in Reno, di quello che faccia il Reno dal suo ponte allo sbocco della Samoggia. Quindi non ostante che la caduta de' primi sia maggiore di quella del secondo, la brevità però della linea può operare, che eguale sia la somma delle cadute d' entrambi, e per conseguenza l' uno e l' altro letto riescano orizzontali. Il che succedendo, siccome i fiumi Lavino, Samoggia ec. corrono in *ghiaia*, per lungo tratto all' ingiù, considerabile dovrebbe essere la caduta dal ponte della Samoggia al Trebbo, e non essendovi dovrebbe acquistarsi col necessario alzamento del fondo. Quando ciò succedesse, ecco rovinato lo scolo alle campagne superiori, costituite in manifesto pericolo per cagione delle rotte, e le superiori e le inferiori, e rovinato tutto il paese.

Secondo, con l' accrescimento dell' acque della Samoggia, e del Lavino al Trebbo, le ghiaie, che ora quivi si fermano, si protraerebbero più oltre, e per tutto questo tratto si leverebbe la rettitudine alla linea, come si è dimostrato in altra occasione, *cagionando corrosioni* d' argini, e impossibilità a mantenere tale inalveazione.

Terzo, la navigazione da Bologna a Ferrara sarebbe interamente perduta, non credendo noi nè fattibile, nè manutenibile, nè riparabile, nè sufficiente il ponte canale proposto per mantenerla.

Quarto, stimando noi assolutamente impossibile fare l' inalveazione proposta dal Trebbo alla Riccardina, senza argini, stante la caduta della campagna, maggiore di quella, che mai possa avere la *cadente* del fiume, verrà ad essere tolta ai fondi superiori la libertà presente di scolo, dovuta loro per ogni titolo legale e politico.

Quinto, resterà intersecata la Ghisiliera, e la Zena, due canali d' acque vive, che servono a diversi mulini costituiti sotto della linea.

Sesto, si taglierà sul Bolognese una lingua di 32. in 33. miglia di lunghezza, manumettendo i terreni migliori, e i più atti a produrre le canape, che sono non piccola dote del Bolognese.

Settimo, saranno soggetti alle rotte terreni, che ora ne sono affatto esenti, come anco a corrosioni di ripe, e a tutte le altre soggezioni che porta seco la vicinanza de' fiumi.

Ottavo, abbenchè non si sappia la situazione precisa della linea proposta, nondimeno, attesa la frequenza delle case, e palazzi, che si

trovano in tutto quel tratto, si stima impossibile, che non entrassero nel cavo gran numero di esse, e se nella linea Gaetana, tirata per una campagna di gran lunga meno abitata della Bolognese, le fabbriche sole furono stimate importare sopra 100. mila scudi, si può ben credere, che attesa la maggior lunghezza della linea, e la miglior condizione delle fabbriche, la spesa sola di esse dovesse ascendere a molto più.

Nono, si taglierebbe gran numero di strade, e fra queste cinque maestre, cioè, la via di S. Giovanni, delle Lame, di Galiera, della Mascherella, e di S. Donato, ed abbenchè per queste si potessero fabbricare altrettanti ponti, per l'altre però sarebbe considerabile il pregiudizio.

Decimo, dovendo slargarsi considerabilmente l'Idice, resterebbero demoliti i borghi della Mezzolara, e Casoni colle loro chiese, oltre tutte le case delle possessioni, che per trovarsi la strada sulle restare del fiume sono tutte situate in poca distanza dagli argini.

Undecimo, si accrescerebbe il pericolo, e il danno delle rotte agli interessati dell'una, e dell'altra parte del detto fiume, e succedendo *non sarebbero dell'Idice solo*, ma di esso, di Savena, di Reno, del Lavino, e della Samoggia uniti, anzi non avendo a sinistra luogo dove sfogarsi, partorirebbero danni inauditi, col precipizio totale delle ville di Diolo, Barisella, Corniolo, Minerbio, S. Martino de' Manzuoli ec. gli abitatori delle quali, e di tutto il resto delle circonvicine campagne, si potrebbero dire in tal caso interamente perduti.

Duodecimo, non si avrebbe la bonificazione pretesa, prima per cagione delle chiaviche, come si è detto di sopra nell'esame del terzo articolo, e in oltre perchè sull'alveo presente dell'Idice, non potendo sboccare i condotti dell'acque piovane, neppure vi potrebbero aver esito, introdotto che fosse in Primaro, o al Traghetto, o in altro luogo, dovendo necessariamente fare per tutto la presente elevazione.

Decimoterzo, si lascia a' signori Ferraresi, e Romagnoli, come anco alla Camera Apostolica il considerare gli utili, o danni, che loro fossero per provenire, bastando a noi di avere leggermente toccati i maggiori di quelli, che patirebbe da tal linea il nostro contado.

Rispetto alla spesa non sappiamo che dire accertatamente, come incapaci di saper determinare le larghezze, e profondità dell'alveo, e l'altezza degli argini in tutte le sue parti, le misure delle fabbrice proposte, e necessarie ec. e come privi d'altre notizie de' luoghi per li quali passa la linea, e della situazione del piano di campagna. Ad effetto però di levare gli equivoci che potessero farsi, si avverte, che al lungo dell'Idice vi sono due pubbliche strade sulle

restare, che ragionevolmente dovrebbero mantenersi; che la restara a destra, appena basta in molti luoghi per l' Idice solo, e perciò dovrebbe accrescersi a sufficienza; che tutto l' argine, e restara a sinistra dovrebbe disfarsi, valendosi della terra per rinforzo, e alzamento della parte destra; che perciò dovrebbe formarsi un altro argine a sinistra colle sue restare d' avanti, alte in maniera da poter servire di strada; che vanno messi in conto i cinque ponti per le strade maestre intersecate, e studiata la maniera di riparare all' altre, o col mandarle a terminare nelle maestre, o con la provvista di altri ponti; che il prezzo de' terreni particolarmente tra il Trebbo, e la Riccardina è grandissimo, e tanto, che in molti luoghi ascende a 150. scudi la tornatura. Dalle quali considerazioni tutte, a noi pare di poter credere, che la spesa della inalveazione dalla Samoggia solamente fino al Traghetto possa ascendere a due milioni di scudi, e forse più, anco sulla proporzione del calcolato nella linea de' *signori Ferraresi*, la cui lunghezza era di miglia 55, e di questa è miglia 32.

La spesa poi necessaria dal Traghetto al mare non si può in veruna maniera conghietturare, non sapendosi se i fiumi inferiori vadano divertiti, o lasciati nel luogo dove ora si *trovano*, *oppure come* da noi si crede necessario, restituiti nei loro alvei antichi, se l' alveo di Primaro debba slargarsi, se gli argini a destra vadano alti come i sinistri, oppure se gli uni, o gli altri debbano alzarsi, o piuttosto abbiano quelli a farsi più deboli, come si vede proposto, non si sa con qual ragione ec.

## SCRITTURA XLI.

### DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*Intorno ai medesimi quattro articoli esposti nell' antecedente scrittura, disconvenendosi dai Ferraresi in molte cose dal sentimento dell' autore, fu egli obbligato a fare le seguenti annotazioni ad un foglio, che essi sopra ciò avevano esibito.*

I signori Ferraresi convengono con noi, che il cavo del Duca nelle parti inferiori non siasi interrito rispetto alla sabbia, ma solo che l' interrimento succedutovi sia puro limo, che vale a dire di materia sottile, la quale esposta all' aria, ed al sole (come succede ogni anno quando al mancare dell' acque si asciuga in molti luoghi il preaccennato cavo) contrae considerabile tenacità. Tale materia però non si depone, che a forza di una totale stagnazione, nè si indurisce che a forza di sole o di aria calda, con privazione di umido, e di ogni altra eterogenea materia.

Quindi apparisce la risposta a ciò che hanno replicato i signori Ferraresi, perchè le deposizioni che fosse per fare il Reno nelle ghiaie del Po non potrebbero mai essere di tal limo, ma di sola sabbia, che non si unisce, ed il limo tutto sarebbe portato via dalla corrente per piccola che fosse, abbenchè nel Po in qualunque stato non sia mai da immaginarsi lentezza di corso. La facoltà di portare limo sottile non è privilegio del solo Reno, ma comune a tutti gli altri fiumi, e pure nell' alveo del Po, anzi in quello dello stesso Reno, non si osservano mai deposizioni della qualità osservata nel cavo del Duca.

Anche noi di buona voglia concorriamo co' signori Ferraresi in rimettere al giudizio finissimo dell' EE. VV. se sia fattibile, conservabile, riparabile, idoneo, o no il ponte canale proposto per far passare le acque del Reno sopra il canale naviglio; ma ci maravigliamo bene che essi ciò non ostante procurino di persuadere all' EE. VV. il loro sentimento, con mezzi poco adattati. L' addurre esempj di chiaviche, di erogatorj, di chiuse, ec. è un passare con manifesto paralogismo *a genere ad genus*. Qui si tratta di un ponte canale, che dee servire pel Reno, che vale a dire per un fiume largo almeno 200. piedi, ed alto nelle sue piene 9, in 10; e sebbene viene portato l' esempio de' due fiumi della Germania, bisogna però che non sieno equiparabili al Reno, ed ugualmente potevano addursi quelli di Ravone, e della Dozza, che si hanno in poca distanza, ma non vale la conseguenza dal piccolo al grande. E abbenchè si asserisca da essi che *magis, et minus non variant speciem*, ciò non si applica al caso, perchè noi non siamo mai per pretendere, che un ponte canale grande, ed uno piccolo sieno differenti di specie, bensì asseriamo, che una fabbrica è fattibile, e manutenibile in una mole moderata, che non lo può essere in tutte le grandezze. Potrebbe, secondo quello che qui pretendono i signori Ferraresi, crescersi all' infinito nella costruzione de' vascelli, nell' altezza delle torri, nella statura degli animali, ec. E pure viene dimostrato il contrario dal Galileo ne' suoi dialoghi delle nuove scienze, e dal Terillo nel libro *de termino magnitudinis, et virium in animalibus*.

Qualunque poi fosse la caduta della crepatura degli archi delle chiaviche Paoline, ciò però non toglie che non fossero defraudati i popoli dalla speranza concepita di vederne l' effetto, e che non merita di esser considerato l' esempio delle intraprese troppo ardite degli architetti. Il Fontana al certo credette di fare il fondamento idoneo a quelle chiaviche, e pure restò ingannato ed egli, e gli altri. Lo stesso succedette agli architetti de' Duchi di Ferrara, e non mancano esempi di simil sorta nella storia antica, e moderna. Gli uomini sono soggetti ad errare, e più facili sono gli errori dove meno frequenti sono le occasioni di correggerli, e facilissimi quando nello

stabilir le misure agli edifizi non si sa la forza degli agenti che si hanno da avere per contrari. L' arte può esser perfetta, ma l' applicazione delle regole di essa alla materia toglie molto alla presunta perfezione. Anche Archimede insegnò con qualunque forza potersi muovere qualunque peso, ma se alcuno sul fondamento di tale verissima proposizione volesse tentare il trasporto d' una città, non meriterebbe nè l' ammirazione, nè gli applausi di alcuno. Se nella fabbrica di questo ponte canale trascorresse alcun errore, o per difetto d' arte o di materia, o per poco adattata applicazione di regole, come sarebbe egli corrigibile? Con qual arte renderebbesi salvo il territorio di Bologna da una totale desolazione?

Si mostrino un poco ora le fabbriche accennate da' signori Ferraresi fatte da' Re d' Egitto, e di Persia, e allora crederemo che il ponte canale sia per riuscire, come si presume di eterna durata. Nè si dica esserne seguita la rovina per mancanza di applicazione *in conservarle*, poichè non è credibile, che edifizi cotanto *utili* sieno stati trasandati sino all' intiera loro rovina.

Potrebbero allegarsi diversi accidenti irreparabili, soliti a succedere nel mondo, ma chi assicura che tali non possano succedere anche nel caso nostro? Quante fabbriche sono squarciate da' fulmini, scrollate da' terremoti, ed abbattute dall' incursione di truppe nemiche? Sono pochi anni che il ponte del Senio tra Faenza, e Castel Bolognese, restò dal terremoto così maltratto, che se avesse avuto a corrervi sopra un fiume sarebbe stata evidente la di *lui totale rovina*. La chiusa di Casalecchio corre voce che fosse *abbattuta dall'* esercito di Borbone quando nel secolo scorso passò per andare all' assedio di Roma, e se non fosse stato possibile il rifarla, la nostra città sarebbe priva di tutti que' benefizi, che dall' introduzione del canale si provano.

Che poi la natura possa essere forzata dall' arte, è proposizione assai nuova, mentre nelle scuole de' filosofi viene limitata l' energia dell' arte all' applicare *activa passivis*, e si fa sì che l' arte *allora si rende* più maravigliosa, che non trova contrasto dalla natura, ma quando l' incontra conviene che l' arte a lungo andare soccomba. Allora si imita la natura quando con l' introdurre le disposizioni necessarie si fa che ella medesima concorra all' operazione di buona voglia; ma nel nostro caso, che disposizioni si inducono, le quali allettino l' acqua a non tentare la distruzione del Ponte canale? Quali, perchè le altre cause esteriori non operino? Qual difesa si frappone per assicurarla da mille non pensati accidenti? Insegnino i signori Ferraresi il modo di rifarlo ogni volta che venga distrutto, e allora crederassi *eterno*; se non con una sola costruzione, almeno colle replicate riparazioni.

Che se il non negligere le opere manufatte, secondo il parere de'

signori Ferraresi, le rende eterne, eterni dunque saranno gli argini del Po, e costrutti che sieno una volta i necessari per introdurre il Reno, secondo la linea da noi proposta, in Panaro, basterà, e sarà facile il conservarli, e così si torranno di mezzo tutti i timori che hanno i signori Ferraresi in quel sito, e negli altri. E tanto più rendesi facile il conservare le arginature, quanto che il terreno non si invecchia, nè marcisce, quanto che la materia per riparare gli argini è sempre in pronto, e sull' istesso luogo dove si dee adoperare, e quanto che è facile l' operazione, e di breve tempo, e può farsi in ogni occasione, anco quando maggiore è il pericolo; laddove nel ponte canale la materia che si adoprerebbe, cioè a dire mattoni, e calce, col tempo si consumano, si logorano, e si marciscono, particolarmente in luoghi dove l' umido, il secco, ed il gelo con reciproche alternazioni congiurerebbero alla distruzione. La materia sarebbe lontana dal luogo, nè si potrebbe porre in opera in tutte le stagioni, ed occorrenze, e quando maggiore ne fosse il bisogno, impossibile sarebbe il rimedio, cose tutte, che difficultano la conservazione.

Del resto noi non pretendiamo che la nostra chiusa di Casalecchio sia per essere eterna. Il continuo logoramento che ella patisce, non ostante il gran danaro che vi si consuma per mantenerla, pur troppo ce ne fa dubitare. Buon per noi che abbiamo il comodo di sei gran porte per fare smaltire l' acqua di Reno, ed in ogni caso ella è così larga, che a scaricarla tutta basta una sola parte di essa. Ciò è stato il mezzo della di lei costruzione, e bisognerebbe praticarlo nella ristaurazione, o riedificazione.

Le variazioni poi asserite del Po corroborano la nostra intenzione, e se niuna arte umana ha potuto impedire che non seguano, con quale scienza potrà prepararsi un ponte canale pel passaggio dell' acque del Reno, come se questo dovesse sempre mantenere per quel sito il suo corso durante tutta l' eternità?

Suggeriscono i signori Ferraresi, che sebbene il continuo corso consuma, il rimedio però è di rimettere la fabbrica a proporzione del consumo. Qui bisognerebbe riflettere cogli architetti la poco buona lega che fa insieme il vecchio col nuovo, e di quanto deterior condizione in ordine alla durata si rendano le fabbriche di tal sorta, e per individuare sull' esempio addotto della chiusa di Casalecchio, manifestamente si conosce quanto poco in essa giovino i ristori che vi si fanno per rimedio delle corrosioni fattevi dall' acqua, e di quanto maggior utile sia il procurar d' impedirle co' tavolati. Il gelo poi l' inverno, specialmente ne' luoghi dove per la continua umettazione, ed il peso dell' acqua si insinua l' umido alle parti interne dell' edifizio, cagiona spaventose crepature ne' muri, e ne' volti, le quali potrebbero intieramente rovinarla.

Del resto sull' Ferrarese non si veggono ponti canali della natura del proposto in questa occasione, poichè non si trova che qualche botte sotterranea sepolta nel terreno; non mai un volto che debba portare un fiume come il Reno per aria: sul Bolognese si vede bene il ponte canale pel Ravone, ma questo di quando in quando ha bisogno di risarcimento per le addotte cagioni. Si osservino i ponti de' fiumi, e pochissimi si troveranno in sito che non abbiano le sponde di sasso che gli imbocchino. Bene spesso succede che si trovino intersecate le strade per opera d' una sola piena, come più volte è succeduto alla via Emilia in vicinanza del Ponte di Reno, e quest' anno stesso alla via Flaminia nella parte orientale dell' Idice dove ha bisognato costruire un muro per difesa di essa, e per obbligare il fiume, dopo costeggiatolo a passar sotto il ponte, e Dio sa se gioverà. In somma l' arte non arriva tant' oltre da assicurarsi di tutti gli accidenti, e carissima ci sarebbe la notizia di quella di riparare il fondo di questo ponte canale in caso di rottura, giacchè si confessa non impossibile.

Passando ad altro non vi è bisogno di livellazione, dove è evidente il difetto della caduta, e se nell' ultimo foglio fu da noi detto di solamente dubitarne, ora assolutamente affermiamo essere difettosa la caduta della Samoggia al Trebbo di tanto quanto è quella dal Trebbo allo sbocco della Samoggia in Reno.

Che i fiumi quanto sono maggiori, tanto meno frequenti abbiano i serpeggiamenti, e le corrosioni, è vero, ma queste sono altrettanto più pericolose, e più difficili ad impedirsi, e rimediarsi. Osservisi il Po, e poi si giudichi della verità, ec.

## *ESAME DEL QUARTO PROGETTO.*

### CIOÈ DELL' INTRODUZIONE DEL RENO NEL PO DI VOLANO.

## SCRITTURA XLII.

*Passatosi a discorrere ne' congressi della linea di diversione del Reno in Po di Volano il Guglielmini aveva data sopra ciò la seguente scrittura preliminare, confidandola ai due Cardinali, e l' aveva anco antecedentemente inviata a Parigi al signor Gio. Domenico Cassini, che bramava d' essere istrutto de' fatti e delle ragioni in tal materia.*

Quando si ha avuto discorso d' inalveare in Volano il Reno, è stato appoggiato il pensiero di chi l' ha creduto fattibile a tre punti principali, cioè; primo, al non essere tale operazione cosa nuova, comecchè questo fiume vi correva per l' innanzi sino al 1604; *secondo*, alla facilità con che si potrebbe eseguire, lasciandolo correre

presso l' alveo vecchio nel Po di Ferrara, e quindi alla punta di San Giorgio, dove intestando l' alveo di Primaro, si sarebbe spinto facilmente in Volano; e terzo, ai molti vantaggi e di navigazione, e d' altro, che se ne sarebbero potuti sperare.

A questi motivi, portati da monsignor Corsini nella sua relazione fatta l' anno 1625. fu dal medesimo aggiustatissimamente risposto come in *Somm. num.* 1; anzi quanto alle ragioni ivi considerate, ebbero la forza di persuadere quel degno, e dotto Prelato a risolvere di non tentarlo con tanta incertezza d' esito, e pericolo così grande *Somm. num.* 2; e tanto basterebbe a' Bolognesi di addurre per esame di questa sempre posta in tavoliere, e non mai abbracciata risoluzione; ma per render maggiormente paghe della loro ubbidienza l' Eminenze Vostre, si danno a fare sopra la detta proposizione le seguenti riflessioni.

La caduta di Reno dalla chiesuola di Vigarano sino al pelo basso del mare, è asserta nella predetta relazione p. 26. 5. 6, nè si sa su quale fondamento di misure, non portando tal somma quelle, che sono notate nella visita. Egli è ben vero, che l' operazioni fatte fare dall' EE. VV. in quest' ultima visita, non danno che p. 24. 10. 0; aggiungendovi p. 8. per le ragioni espresse nel foglio delle cadute di già esibito, somma la caduta nel fondo di Reno all' intestatura di Vigarano sopra il pelo basso del mare piedi 32. 10. 0, e la distanza da' detti due punti si calcola miglia 70. Se questa caduta sia sufficiente in tal lunghezza, sia giudizio degl' Ingegneri più pratici, che per li fiumi della qualità di Reno ricercano, ad effetto che non si depongano le torbide, once 16. di caduta per miglio, che in miglia 70. importerebbe piedi 93. once 4: ne mancherebbono adunque piedi 60. 6. 0. secondo tale supposizione; ma regolandosi secondo quello che s' è trovato ultimamente di caduta, in Reno dallo sbocco della Samoggia sino a Mirabello, cioè a ragione di once 13. per miglio di Bologna, essendochè miglia 70. di Ferrara non fanno che miglia 50. di Bologna; nulladimeno vi sarebbero necessari da Vigarano al mare piedi 54. once 4. di caduta; e pure non ne abbiamo che 32. 10. 0, e ne mancherebbero piedi 21. 6. 0, e tale difetto di caduta dovrebbe acquistarsi con alzamento di fondo nella maniera, che più a basso si dirà.

Per assodar meglio questa proposizione, bisogna riflettere, che i fiumi portano seco tre sorte di materia, cioè sassi, sabbia, e lezza, o sia terra sottilissima. I sassi non s' incorporano nell' acqua, ma sono spinti dall' acqua nel correre che fa con gran pendenza; ordinariamente però poco s' avanzano fuori delle foci delle montagne, e solo tant' oltre, quanto li obbliga la pendenza dell' alveo, e la quantità dell' acqua, essendo la prima assolutamente necessaria, comecchè la

copia dell'acqua sola, senza l'inclinazione del piano, non è capace a smuoverli; e perciò si vede, che i fiumi reali, quando corrono o senza, o con poca pendenza, non hanno mai nel suo alveo materia sassosa o ghiaiosa. S'unisce bene, o per dir meglio, si confonde con l'acqua la sabbia, e la lezza, le quali, come materie pesanti, non v'è chi non sappia non poter essere sostentate da un fluido più leggero, senza un'agitazione, o un moto di parti, che nell'acqua corrente non è altro che la velocità; ed è determinato in natura, benchè a noi non affatto noto, il grado di essa sufficiente a *sostenere* sollevata nell'acqua la sabbia, e la lezza; quindi altra velocità è necessaria per sostentare la sabbia grossa, altra per la più minuta, ed altra per la lezza; e secondo che si diminuisce il peso, e la mole delle materie, altrettanto minore velocità è sufficiente per non lasciar deporre; perciò dall'istesso principio dipendere la velocità dell'acque correnti, ed il sostentamento delle materie mischiate con esse. Che il principio del moto nell'acque correnti sia la gravità; che questa abbia per cause coadiuvanti, o meno impedienti la declività degli alvei, ed a cagione della propria fluidità anche l'altezza dell'acqua, non v'è chi lo neghi; e si può provare dimostrativamente, anzi con l'esperienze oculari, che l'una, e l'altra di queste concause subentrano vicendevolmente, secondo che l'una, o l'altra è di maggiore energia; anzi vediamo portarsi la sabbia dall'acqua del Po sino alle spiagge del mare, non ostante la poca pendenza del di lui fondo; ed al contrario il Reno depone la propria, benchè provveduto di molto maggiore caduta. Quindi nasce, che le *cadute necessarie*, benchè non si deponga negli alvei de' fiumi la torbida, non cadono sotto una regola generale di tante once per miglio, come pare che sinora si sieno regolati i Periti; poichè i fiumi ugualmente torbidi, che hanno minore altezza di acqua, nelle piene hanno bisogno di maggior caduta, ed al contrario; il che costantemente si riscontra in tutti i torrenti almeno di questi contorni. La più certa fra tutte le regole per determinare ciò, è la misura delle *cadute degli* alvei, che hanno stabilito il suo fondo; perchè dall'istessa natura s'impara qual sorta di pendenza sia necessaria in un fiume, quale in un altro. Mentre adunque l'esperienza ci fa conoscere, che il Reno, dopo aver ricettate l'acque della Samoggia, vuole once 13. di caduta per miglio, e da lì in giù non può ricevere altre acque, dovendo scorrere per Volano, a me pare evidente, che questa almeno debba essergli necessaria quasi sino al suo sbocco, e dico quasi, a cagione delle seguenti considerazioni.

È stato, ed è sentimento di molti, che i fiumi nel giungere in sito dove arriva il flusso del mare, non abbiano bisogno di veruna caduta, o almeno di molto minore dell'antecedente. Tale sentenza è

stata fondata sul moto continuo del mare, che non lascia mai quietar l'acqua, e per conseguenza gl'impedisce di deporre, e sull'osservazione immediata, che non sì facilmente s' interriscono quegli alvei in tal distanza dal mare, come nella maggiore; che perciò monsignor Corsini nella sua relazione disse, in sentenza degli Assertori della proposizione di Volano, che la caduta presente di Reno di piedi 26. 5. 6. sarebbe bastata sino a capo di Goro, dove trovando il flusso, e riflusso del mare si sarebbe poi mantenuto l'alveo. Io non voglio negare, che tale opinione non sia vera in qualche parte; ma troppo grand'errore sarebbe il lasciarsi ingannare dalla di lei apparenza; perchè se ho da considerare gli esempi, io vedo che il Lamone rivoltato che fu al mare, ha interrito, ed elevato il proprio fondo in maniera, che in questa visita s'è trovato avere dal Ponte di S. Alberto al mare piedi 6. 2. 6. di caduta; e pure non v'è tanta distanza, che non potesse arrivarvi il rigurgito del mare, come in realtà bisognava s' estendesse anco più in su nel tempo che il detto fiume fu divertito dal Po di Primaro; se adunque il flusso, e riflusso non è stato bastante ad impedire gl' interrimenti al Lamone, come lo sarà a mantenere il fondo al Reno in distanza dal mare di circa 12. miglia, quante si contano da capo di Goro sino al porto di Volano? Questo fiume non è già per esempio unico di questo fatto, poichè lo stesso s'osserva ne' due fiumi Ronco, e Montone, nel Savio, ed in quant' altri torrenti sboccano al mare immediatamente, per l' alveo de' quali poco all' insù s' avanza il gonfiamento delle maree; anzi molti piccoli torrentelli, perchè troppo insuperbiti in volere da se portare il proprio tributo al mare, ne sono rigettati con gl' interrimenti delle loro foci cagionate da' flussi marini.

Egli è però vero, che ogni volta che i fiumi i quali sboccano in mare, possano da se medesimi tenersi aperto lo sbocco nella spiaggia, e comunicare le proprie acque col pelo del mare, tanto basta per fare, che dal sito, dove si risentono gli alzamenti delle maree in giù, resti il fondo un poco più escavato, che al di sopra, e si mantenga con minore pendenza. La ragione si è, che nel flusso del mare dovendo il fiume appoggiarsi sopra d'un pelo d'acqua più alto, è altresì esso necessitato ad elevarsi di superficie, per cagionare a se medesimo la velocità dovuta allo scarico delle proprie acque. Quindi nel riflusso, come più alto di corpo, corre con maggior velocità, di quello, che farebbe, se il pelo del mare fosse sempre equilibrato all'istesso orizzonte; e perciò dipendendo lo scavamento dalla velocità, viene il fondo ad essere più profondato, e per conseguenza di minore pendenza; e questa è la causa, per la quale tutti i fiumi dal sito, dove risentono il mare, mutano cadente, facendosela meno declive.

Aggiungo, che dovendo sboccare l'acqua del fiume, non sopra la superficie del mare, come alcuno si crede, ma bensì tutta *sotto* della medesima, non bisogna regolare la pendenza dell'alveo sopra *il* pelo del mare; ma tanto più basso, quanto importa l'altezza della sezione, che dee occupare nello sbocco, ed in tempo delle sue piene maggiori; che però nel nostro caso alla caduta di piedi 32. 10. 0, se ne potrebbero senza scrupolo veruno aggiungere quattro piedi, in maniera, che la cadnta del fondo fosse 36. 10. 0, e sminuire di altrettanto la necessaria pendenza sopraddetta di piedi 54. once 4, in maniera che restasse piedi 50. once 4; ma non ostante ne mancherebbero anche piedi 13. 6. 0, che tutto ridonderebbe in eguale alzamento di fondo a Vigarano; e poco minore sarebbe in dirittura della città di Ferrara, per salvezza della quale, se monsignor Corsini cotanto temeva dall'intermissione di Reno in Volano, sul *supposto*, che l'alveo di questo non fosse per interrirsi, quanto maggiormente dovrassi dubitare di sommersione, quando per l'accennata ragione dovesse il di lui fondo elevarsi sopra il piano della città predetta! È poi facile il dedurre la difficoltà di mantenere gli argini ad una elevazione assai strana, che in molti luoghi è sopra 35. piedi *dal* piano delle campagne; l'impossibilità di ripigliare le rotte, quando succedessero; le sorgive che darebbe un fiume così elevato di fondo alle campagne adiacienti; gl'impedimenti degli scoli, che da capo di Goro in giù in oggi vi hanno l'esito dentro; l'inutilità che succederebbe delle montate da pesce; il pericolo della *città*, e valli di Comacchio, e de' Polesini di S. Giorgio, e Ferrara: *oltrechè* resterebbero inutili i tre sostegni fabbricativi ultimamente con gran spesa, e Dio sa in che stato si riducesse la navigazione presente di Volano, ed il di lui porto, che adesso è il migliore del Ferrarese, dovendosi piuttosto fare ogni sforzo per mantenerla e questa, e quella, come di utile, ed onorevolezza considerabile agli Stati della Santa Sede.

Tralasciandosi per ora di considerare la spesa e presente, e futura, necessaria per eseguire, ed assicurare tale proposta, dipendendo essa da misure esatte de' fondi, ed escavazione presente, ed altezza degli argini del Po di Volano per tutta la sua lunghezza; non si lascia però di considerarla assai grande, e senza dubbio maggior di quello che a prima vista fosse considerata.

Egli è ben vero, che le valli di Marrara quasi tutte si bonificherebbero; che quelle di Marmorta, e l'altre inferiori in parte resterebbero all'asciutto, ed in parte sollevate dal gran carico dell'acque presenti, e che in fine si metterebbero in salvo tutti gli scoli *da* Reno al Lamone; ma non pretendono i Bolognesi, veri, e *divoti* sudditi di Santa Chiesa, comprare a prezzo così caro della rovina

del territorio di Ferrara la propria salvezza, e quando anche, il che non credono, e non crederanno mai, fossero condannati dall' Eminenze Vostre a perpetuarsi nelle miserie, nelle quali ora si trovano, liquidate dall' oculari inspezioni di tanto paese del loro territorio, pochi anni fa fruttifero, ora inondato, e reso vallivo, desidereranno d' aspettarne un giusto sollievo dalla natura medesima, che non potrà eternamente durare nella presente violenza, piuttostochè di consigliar mai alcuna proposizione, che non possa essere d' universale vantaggio e di gloria dell' Eminenze Vostre.

## SCRITTURA XLIII.

### DELLA LINEA DEL PO DI VOLANO.

*Furono in primo luogo posti sotto l' esame i seguenti articoli:*

*I. Se il Reno messo in Volano vi avrà sufficiente caduta fino al mare.*

*II. Per qual causa il Po di Lombardia abbandonasse affatto il Po di Ferrara.*

*III. Quali effetti produsse il Panaro quando fu introdotto in Volano, e quanto tempo vi camminasse.*

*IV. Se l' alveo presente di Volano sia proporzionato, o come si possa proporzionare alle acque del Reno.*

*Ai quali l' autore soddisfece con questa scrittura.*

Circa il primo: se si tratta d' introdurre solo il Reno in Volano, già si è detto nella scrittura generale sopra le tre proposizioni essere la caduta di esso difettosissima, come quella, che dalla punta di San Giorgio al mare, non è maggiore di piedi 18, in lunghezza di 50, e più miglia, che viene ad essere di once 4. in circa per miglio.

Se poi si trattasse di unirvi acque maggiori, il che i signori Ferraresi nei passati congressi presumerono potere facilmente ottenersi, e tali da spingere al mare, non solo le torbide del Reno, ma di più quelle di tutti gli altri fiumi inferiori, possiamo ben credere, che la caduta abbenchè poca potrebbe essere sufficiente.

Se ci sarà dunque fatto costare il modo d' introdurvi la quantità d' acqua desiderata, e necessaria, allora non mancheremo di aggiugnere quel di più che la natura o del fatto, o del supposto ci potrà suggerire.

Circa il secondo: per indagare le cause degli effetti naturali, è regola comune appresso i filosofi doversi osservare minutamente tutte le circostanze. Quindi è, che per rinvenire la cagione dell' abbandono del Po di Ferrara, sarebbe stata necessaria l' osservazione di esso

per tutto il tratto intermedio dalla rotta di Siccardo fino al principio del cadente secolo, notando con qual proporzione il ramo di Venezia andasse allargandosi, e profondandosi, e per conseguenza interrendosi, e ristringendosi quello di Ferrara. Ma perchè i nostri antichi, non prevedendo le presenti necessità, hanno tralasciato di prendersi la pena di trasmettercene le memorie, siamo obbligati a discorrere di questa materia sopra generali principj.

Pensiamo perciò, che essendo succeduta la detta rotta nel duodecimo secolo, in tempo che l'Italia era vessata da mille turbolenze, e non ancora stabiliti i dominj, fossero trascurate sul bel principio le diligenze necessarie per turarla, e per restituire l'acqua al suo corso primiero. E perchè l'acqua ove ha facile l'esito ivi cresce di velocità, ne seguì che di giorno in giorno si profondasse, e facilitasse la strada, coadiuvando tale effetto la dilatazione, che trovava in diverse valli, parti dell' antica Padusa, o dei sette mari, de' quali anche oggi restano i nomi, cioè di Vallunna, di Lagoscuro ec.

Non essendo pertanto eguali le condizioni per una strada, e per l'altra, ma più vantaggiose per quella di Venezia, attesa la predetta più facile dilatazione, la linea più breve, e l' esito più felice, ed accresciutosi lo svantaggio per la parte de' rami di Volano, e Primaro per la fabbrica degli argini di Comacchio, cominciò a poco a poco a sconcertarsi l' equilibrio, e ad assorbirsi nel ramo di Venezia gran parte dell'acqua del Po, e per conseguenza a mancare in quello di Ferrara. Quindi a proporzione della mancanza dell'acqua dovette necessariamente seguire l'alzamento del fondo, effetto che non fu osservato se non dopo che si fu avanzato a segno d' impedire la navigazione, il che essendo seguito dopo di essere stato sboccato il Reno nel Po alla rotta di Madonna Silvia, diede occasione di accusarne questo per reo, abbenchè con ogni giustizia meritasse di essere dichiarato innocente.

È stato adunque lo sconcerto dell'equilibrio, non le torbide del Reno la causa efficiente della rivolta di tutto il Po grande nel ramo di Venezia.

Circa il terzo: quando i signori Ferraresi ottennero per Breve di Papa Paolo V. di fare scorrere le acque di Panaro in Volano, ebbero fra le altre anco l' intenzione di fare una prova come sarebbe riuscita l' introduzione del Po nel ramo di Ferrara, ma l' esperienza ebbe effetto contrario ai loro sentimenti, perchè trovando il Panaro un alveo manchevole di caduta, si elevò così l' acqua, che i signori Ferraresi furono obbligati di tagliarlo alle prime piene nella Sanmartina, se pure anche questo non ebbero in animo, come a quel tempo fu dubitato, per ottenere tanto più presto la di lei desiderata bonificazione. I Bolognesi, che si viddero oppressi anco dall' acqua

di questo fiume, portarono i loro reclami alla Santa Sede, e ne ottennero per mezzo del sig. Cardinale Capponi la rimozione, dopo lo spazio di circa 20. mesi. Essiccato l'alveo del Po di Ferrara, e di Volano, fu riscontrato nella visita Corsini molto differente dallo stato al quale era prima ridotta coll' escavazione, ed elevato sino a 5. piedi nel cavo Serra, e in tutte le altre parti alterate, come dalla lettura della visita predetta in più luoghi apparisce.

Circa il quarto: se l'alveo di Volano non fu proporzionato alle acque di Pànaro, con egual ragione si può credere che meno lo sia o possa essere per l' acque del Reno, essendo poco differenti dell' uno e dell' altro le condizioni, nè l' escavazione, o dilatazione può renderlo tale, trattandosi non di acqua chiara, ma torbida che riempie i fondi soverchiamente escavati, e ristringe le ampiezze sproporzionate. La sola altezza degli argini può adattare l' alveo, ma ragionevolmente si teme tanto grande da non proporsi senza incorrer la taccia di poco amatori del bene comune.

## SCRITTURA XLIV.

### DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

*In seguito di ciò si proposero tre altri articoli concernenti la medesima linea, a' quali l' autore rispose colla seguente scrittura, e furono,*

*I. Se il Porto, e la navigazione di Volano resterebbero dannificati per l' introduzione di Reno.*

*II. Se gli scoli che al presente vi vanno, riceverebbero pregiudizio, e se convengono introdurvi quelli del Polesine di S. Giorgio, e di Ferrara.*

*III. Quali effetti proverrebbero alle tre provincie da tale introduzione, e quale sarebbe la spesa.*

Circa il primo: il porto di Volano nello stato presente è stimato da' signori Ferraresi così buono, che difficilmente sia credibile, che l' introduzione nè meno del Po grande potesse renderlo migliore. La navigazione però è confessata per infelice, talmentechè non serva che pochi mesi dell' inverno. Introdottovi il Reno accompagnato dall' acque chiare messe a capitale da' signori Ferraresi ne' passati congressi, se non migliorerebbe il Porto, si ridurrebbe per la navigazione in istato lodevole, e ciò è tanto chiaro, che crediamo di non avere sopra questo particolare contradittori. Ma quando si trattasse d' introdurvi il Reno solo, abbiamo gran dubbio che la navigazione almeno

per lungo tratto potesse essere pregiudicata, attesa la temporaneità delle di lui acque.

Circa il secondo: gli scoli che al presente sboccano in Volano, o spettano al Polesine di S. Giorgio, o a quello di Ferrara, essendo stati voltati in quest' alveo ultimamente almeno i maggiori per avere, dicono, perduta la caduta questi al mare, e quelli nelle valli di Comacchio. Quando per l' introduzione di qualche fiume fossero per essere pregiudicati i detti scoli, potrebbero rimettersi ai luoghi primieri, e trovare altri rimedi alla perdita della caduta, che non ne mancano. Ma quando regolate le acque delle tre provincie restasse l' alveo di Volano esente dall' acque torbide, è certo che in esse si potrebbero voltare molte altre acque degli scoli dell'uno, e dell' altro Polesine, particolarmente del Canal bianco, di cui è nota la caduta sopra il canale di Goro, siccome la facilità con la quale si potrebbe questo munire di chiavica al suo sbocco in Volano, per trattenere i riflussi del mare.

Circa il terzo: data l' introduzione di Reno in Volano moltissimi sarebbero i pregiudizi, la maggior parte però attinenti al Ducato di Ferrara, mentre per la parte di Bologna non vi sarebbe altro che quello di avere a mantenere argini altissimi con gran pericolo, e con gran dispendio. Non ci estendiamo a portare i danni de' signori Ferraresi, sicuri che da' medesimi saranno con ogni esquisitezza descritti. Li preghiamo a riflettere in questa occasione alla nostra sincerità in disapprovare ciò che può riuscire di loro svantaggio, benchè per altro al contado di Bologna fosse per apportare tutti *que' benefizi* che spera dall'introdurre il Reno in Po grande, e se ne' passati congressi hanno preteso che noi dovessimo approvare i sentimenti altre volte portati per parte della nostra città, abbenchè contrari a que' principj dell' architettura delle acque che da noi sono stati creduti i migliori, e che alle congiunture non vediamo disapprovati da' medesimi signori Ferraresi, speriamo che ora sieno per conoscere che noi *non astu aut dolo*, ma per solo amore della verità, unico oggetto de' nostri discorsi, abbiamo creduto non dovere ingannare noi medesimi, e gli altri con proposizioni contrarie alla retta ragione.

Circa la spesa. Questa è sempre stata considerata pochissima, e dall' essere stati trascurati gli argini non può riuscire esorbitante. Non possiamo poi dirne cosa alcuna accertata, perchè non sono fatte misure di sorte alcuna concernenti questo particolare.

## ESAME DEL QUINTO PROGETTO.

### CIOÈ DELLA DIVERSIONE DI RENO DI VALLE IN VALLE.

### SCRITTURA XLV.

*Intrapresosi finalmente di esaminare la proposizione d'inviar il Reno al mare attraverso le valli fu ridotto l'esame a questo solo articolo: se per l'acque traspadane, e pel Reno convenga fare un alveo per portarle di valle in valle al mare, e quali effetti possano attendersi dalla detta inalveazione. Ed intorno a ciò il sentimento dell'autore fu come segue.*

Il portare le acque traspadane, ed il Reno per un alveo di valle in valle al mare, essendo per esser questo paralello al Po d'Argenta si esclude colle medesime ragioni addotte nell'esame della proposizione di Primaro.

Si aggiunge che, o si pretende, di poter fare nello stato presente quest'alveo, o si nega tale possibilità per l'impedimento delle valli frapposte, che non lasciano che si possa elevare terra bastante a fare le arginature necessarie per le acque che dovrebbero inalvearsi:

Oppure si pensa di far comunicare una valle coll'altra secondo il sentimento più antico, per potere di tratto in tratto formare la predetta inalveazione fra gl'interrimenti de' fiumi medesimi, ed è evidente, che non essendo la valle di Marmorta appena capace di contenere le acque che in oggi vi sgorgano, molto meno lo sarà per dar ricetto ai fiumi Reno, Savena, Canal naviglio, ed altri scoli che ora spettano alla valle di Marrara, e per conseguenza ne verrebbero spaventosissime inondazioni, sì per l'allargamento attuale, ed immediato delle espansioni della valle, sì per l'interrimento, ed intersecazione degli scoli che vi mettono dentro: ragione che milita maggiormente per le valli inferiori di Buonacquisto di Ravenna, e del Passetto, che successivamente sono sempre minori, e per lo contrario dovrebbero essere ricettacoli di acque sempre maggiori.

Da ciò si conclude, che i mezzi per formare l'alveo proposto sono perniciosissimi, e che il fine non sarebbe diverso, sì per le accennate ragioni di Primaro, sì anche perchè in questa proposizione non si annichilerebbero le valli, ma solo s'interrirebbe quella porzione di esse per la quale dovesse camminare l'alveo, come è evidente essere succeduto al Santerno rispetto alla sua introduzione nel Po d'Argenta, e con ciò verrebbe a ristringersi lo spazio delle valli medesime, e per conseguenza a rendersi conca meno capace per dar luogo alle acque degli scoli. Dal che ne deriva che le acque piovane

in vece del luogo perduto, ne occuperebbero altrettanto all'insù sopra i terreni buoni, i quali perciò si renderebbero di natura vallivi.

Si aggiunge la più volte rammemorata difficultà di proporzionare coll'arte l'alveo a diversi torrenti differenti di corpo d'acqua, e in tant'altre condizioni particolari. Difficultà che suggerita dal padre Spernazzati nella sua relazione, tanto potè nella santa mente di Clemente VIII. che per evitarla volle piuttosto contro il sentimento dell'Argenta, e degli altri periti tentare l'impossibile con determinare l'introduzione del Po di Venezia nel ramo di Ferrara, con quella infelicità di esito che ad ognuno è nota, apparendo anche in oggi sul terreno le vestigia d'una mal concepita speranza, e su i libri della bonificazione della comunità di Ferrara le partite di gran somme di danaro inutilmente erogate in tale intrapresa.

Per fine non si altererebbe che in peggio lo stato delle *cose*, il quale se al presente è così mal ridotto, che ha meritata l'applicazione più seria di N. S. in espedire l'Eminenze Vostre a portargli l'opportuno sollievo, non crediamo mai che le medesime sieno per aderire a questo rimedio peggiore del male *stesso*, e per tale in ogni tempo riconosciuto da' Sommi Pontefici, dalla Sacra Congregazione, e da tutti i commissari Apostolici, i quali non ostante le replicate istanze de' signori Ferraresi (che non hanno mai avuto altro in animo, senza considerare il danno de' vicini, che di rigettare le acque Bolognesi, e Romagnuole, coll'allontanarle dal loro Polesine di S. Giorgio) mai non hanno intrapreso di esaminare seriamente la proposizione nè di Primaro, nè di valle in valle, comecchè l'una, e l'altra canonizzate per le peggiori dalla continuazione de' danni passati, e presenti.

## SCRITTURA XLVI.

*Avendo i signori Senatori Assunti sopra l'acque in Bologna commesso al Guglielmini di stendere una informazione di fatto sopra lo stato dell'acque del Bolognese, e delle vicine provincie per trasmetterla a Parigi al Cassini, il quale richiedeva tali notizie per soddisfare agli ordini ricevuti da S. S. di proporre il suo parere sopra il medesimo negozio delle acque, (come apparisce dalle tre brevi scritture del medesimo Cassini dei 25., e dei 31. Maggio, e primo di Giugno 1693. inserite fra le di lui opere in questa medesima raccolta) il Guglielmini adempì tal commissione nella seguente lettera diretta ai medesimi signori Assunti in data di Ferrara de' 29. Giugno 1693.*

Mi hanno comandato le signorie VV. Illustrissime con sua lettera di ieri, che io stenda in carta le informazioni di fatto richieste dal

signor Gio. Domenico Cassini, affine di potere poi dar egli il suo pesato giudizio nell'affare corrente dell'acque; ed io che tengo perpetuo l'obbligo di ubbidire, concorro anche con particolare soddisfazione a porgere le opportune informazioni a detto signore, venerato da me per la sua profonda dottrina, ed onorevole memoria, che del di lui merito conserva la nostra patria, come il Principe de' matematici del nostro secolo. Per poter pertanto adempire a questa parte con maggiore aggiustatezza, varrommi dell'ordine delle di lui scritture partecipatemi dalle Signorie Vostre Illustrissime.

Quanto alla prima de' 25. Maggio, l'alveo di Volano dopo la chiusura della rotta Muzzarella, seguita circa 30. anni fa, non ha mai più acque torbide di Reno, ma solo le chiare del canalino di Cento, e degli scoli del serraglio di Vigarano, e di S. Bianca, e parte di quelle della valle, che viene per rigurgito dal cavo del Duca per la via solita del cavo della Bonafina, taglio Imperiali, e per l'alveo del Po di Primaro sino alla punta di S. Giorgio. Ben è vero che qualche volta dette acque vi arrivano torbidette, particolarmente l'ultime, ma di sola terra, senza parte alcuna di sabbia, che tutta si depone nelle valli.

Con dette due acque, benchè di poca quantità, pensarono i signori Ferraresi sotto la legazione dell'eminentissimo Ghigi di rimettere in istato mediocre la navigazione di Volano, con escavare a proporzione l'alveo, e con la fabbrica di tre sostegni, e ne seguì l'effetto col situarne uno a Quadrea, l'altro a valle di Pigliaro, e il terzo a Tieni, con l'uso de' quali detta navigazione in oggi si va praticando meglio però l'inverno, che l'estate, perchè in questa stagione resta priva dell'acqua della valle, e non ha sussistenza che dalle poche del canalino di Cento.

Il benefizio però di questa navigazione non è stato scompagnato da qualche danno di sorgive, che patiscono li terreni fuori degli argini del Po predetto a causa del sostentamento dell'acqua, fatto dai predetti edifici.

Talchè l'uso di quest'alveo presentemente non è più di scaricare l'acqua delle valli di Bologna, che con grandissima scarsezza, ma bensì quello di fare una competente navigazione, e dal sostegno di Tieni in giù di ricevere gli scoli del Polesine di Ferrara, e di San Giorgio; poichè a capo di Goro riceve il condotto Goro, e di sotto le chiaviche, Marescalca, del Lago di Rodi, della Silicata, della Pomposa, delle fornaci di S. Benedetto, del Durante dei Ducali, e dell'Agrifoglio, le principali delle quali sono il condotto Goro, che traversa tutto il Polesine di Ferrara da Ariano sino a capo di Goro, la Marescalca ultimamente aperta a Marozzo per iscolo de' terreni della Massa, ed altri da quella parte, non potendo, dicono, averlo più

per le chiaviche dell'argine circondario del Polesine, e delle Galare nelle valli di Comacchio, e quella dell'Agrifoglio, che riceve l'acqua dei condotti Ipolito, e Galvano, scoli della bonificazione di Ferrara fabbricata in luogo dell'altra sotto l'osteria di Volano rovinata ultimamente dal mare. Vi sono anche diverse menate, o montate da pesce, che servono alle valli di Comacchio a destra, ed alle nuove della Pomposa dell'eminentissimo Cardinale d'Este a sinistra; anzi perchè i signori Ferraresi attribuiscono l'infelicità degli scoli del Polesine di Ferrara agl'interrimenti fatti davanti il porto, e chiaviche dell'Abate dal Po grande, vanno meditando di voltare in Volano tutti gli scoli del detto Polesine coll'esempio della chiavica dell'Agrifoglio, che ha portato grandissimo giovamento al paese.

Li predetti due benefizi di navigazione, e di scolo fanno, che se mai li Ferraresi sono stati avversi a ricevere il Reno in Volano, ora più che mai ne sono alienissimi, e la credono proposizione la peggiore d'ogni altra.

Per altro poi sono anco in essere le arginature, ed il cavo fatto in occasione dell'accennata navigazione, benchè per quanto s'aspetta alla larghezza, di gran lunga non sufficiente all'introduzione di Reno.

Passando alla seconda scrittura de' 14. Maggio 1693, le mutazioni accadute al Reno dopo la costruzione della pianta al tempo di Alessandro settimo sono tante, e tali, che non si possono brevemente descrivere. Le sostanziali sono, che il Reno nel fine del cavo Govone, fatto fare d'ordine del signor Cardinale Piccolomini, s'è diramato in due gran riazzi, che ora hanno 6. o 8. piedi di sponda; il primo a sinistra cammina verso val Rosata, oramai tutta interrita, e si spande in certe valli situate a destra del cavo del Duca in faccia a Gaibana, le quali non hanno più che due piedi di fondo, e l'acqua va poi a cadere col maggior corpo nei lamazzi del Buttifrè; l'altro piega verso il confine al Gallo, per la linea del quale, che prima del 1680. serviva di navigazione, s'è inalveato, col farsi dall'una, e dall'altra parte 4. 5, e 6. piedi di spalla; e continuando per essa circa un miglio, e mezzo, volta poi sul Bolognese pure da per tutto inalveato, sino che dopo avere traversata la Lorgana, entra nella già Lama delle Bilacque, ora saranno due anni intieri, a segno da fare in acqua ordinaria circa tre piedi di sponda al Reno, e quindi per la Scarsella passa alla Salarolla, e si porta alle Cacupate sempre inalveato; a segno che dalla Lama delle Bilacque in giù avrà sempre cinque, o sei piedi di fondo. In somma da pochi anni in quà l'estate si può andare da Bologna sino alle Cacupate sempre per le ripe del Reno a piede asciutto.

Nelle piene però l'acqua si spande dappertutto, particolarmente

nella parte superiore alle Bilacque, essendo ivi a destra di Reno qualche residuo di valli di quelle de' signori Volta: anzi essendo diventata valle quasi tutta la bella tenuta di Malalbergo di detti signori.

Dall' anno 1680. in qua s' è perduta la navigazione per la linea di confine, e tre altre fatte dopo; e l' odierna che passsa per li terreni inondati de' medesimi signori Volta, non può più in alcuna maniera sussistere, nè v' è rimedio di ritirarsi più a levante, perchè s' incontrano immediatamente gl' interrimenti di Savena.

La valle del Poggio adesso più non comunica con quelle di Marrara che per un canale manufatto di lunghezza tre miglia, e di larghezza 20. piedi in circa, ed in somma escrescenza ha di caduta sopra le inferiori equilibrate sul pelo della Lorgana piedi 4. 9. 9, dalla quale si dovrà detrarre circa un piede per l' alzamento, che in tal caso di escrescenza fanno l' acque della Lorgana predetta; e tal caduta s' è acquistata la valle superiore coll' alzamento dell' acque proprie sostenute dagl' interrimenti che la circondano, con cagionare nelle parti del territorio di Bologna situate fra il Reno, e la Savena inondazioni, e perdite di terreni da non credersi che da persone dotte, e pratiche, come il signor dottor Cassini, che sa quanto lungo tratto di paese in queste pianure di poca pendenza corrisponda alla caduta de' detti p. 4. 9. 9.

Gli argini di Reno alla destra terminano, come già una volta, a Gallino; tutto il resto di detta ripa continua abbandonato, e nelle piene per una infinità di riazzi tramanda buon corpo d' acqua dalle valli del Poggio, e di Malalbergo, ed alla parte sinistra continuano gli argini fino alla diramazione de' predetti due riazzi.

Nel cavo del Duca non entra più altr' acqua di Reno, che una piccola parte di quella, per la quale pel riazzo sinistro di esso si porta nelle valli a destra del medesimo, scaricandosi la maggior quantità, come s' è detto di sopra, verso il Buttifrè. Il medesimo cavo del Duca, quasi del tutto interrito nelle parti superiori della Sanmartina, ora serve principalmente per iscolo della medesima, per avere il quale più felice, è stata ultimamente levata l' intestatura dai Ducali, ed escavato in parte, ma non quanto bisogna per tale effetto; continua bene l' acqua dal cavo del Duca sino a Ferrara, e per essa anco in oggi si naviga, ma non corre di sorte alcuna trattenuta dai sostegni di Volano; anzi quando la valle è bassa l' acqua del canalino di Cento corre verso Gaibana, ed entra pel taglio Imperiali nella valle, non avendo più l' impedimento dell' intestatura del cavo predetto.

La caduta del fondo del Reno con acqua alta piedi 3. 9. 6. incontro la torre dell' uccellino sopra il pelo di Volano, come s' è detto, di sostentato è piedi 5. 5. 11.

E sopra il fondo di Volano piedi 10. 0. 5.

E sopra il pelo della Peschiera, fosse della città, e cavo del Barco piedi 9. 6. 10.

E quella del pelo del cavo del Barco sopra il peso del Po in tempo che era alto once 5. sopra la soglia della chiavica pilastrese, piedi 4. 10. 3.

Ed il pelo del cavo del Barco è più alto del pelo del Canal bianco piedi 0. 7. 3.

Ed il medesimo pelo del cavo del Barco è più basso del segno di somma escrescenza piedi 13. 0. 1; al qual segno l'ultima piena dei 15. Giugno 1693., una delle maggiori, che siano seguite a memoria d' uomini, è quasi arrivata, mancandone d' un' oncia sola.

Gli argini di Volano non si sono livellati, perchè non si ha avuta in animo tal proposizione.

Il vivo degli argini sopra la piena ultima, misurato diligentemente in più luoghi, si dà in foglio a parte, dove starà anche espressa l' altezza de' medesimi sopra il piano delle campagne contigue.

La caduta di Volano, desunta dalle cadute de' sostegni, è piedi 10. 3. 3., e benchè l' acqua di questa nella giornata della visita non si vedesse muovere di sorte alcuna, e li signori Ferraresi concordassero in crederla affatto stagnante; nulladimeno, perchè veramente non poteva esser tale, e per salvare le correnti del Po di Primaro, ed altre misure circa di esso, se gli sono dati in aggiunto 5. piedi, ed in oltre tre piedi per l' abbassamento dell' acque nel riflusso del mare; in maniera che pare di potere stabilire la caduta *del pelo* d' acqua di Volano alla punta di S. Giorgio sopra il pelo basso del mare piedi 18. 3. 3.

Il flusso del mare per l' alveo di Volano arriva sino al sostegno di Tieni; ma non può estendersi più in su per l' impedimento, che trova. Nella visita di monsignor Corsini fu deposto, che arrivava sino al migliaio in distanza da Ferrara, per l' andamento del medesimo alveo, sopra miglia 25, ma a dirittura non più di 18, ed il sostegno di Tieni è distante dal migliaio circa 5. miglia.

La chiavica Pilastrese è nello stato di prima, ed in essa s' è notato alla presenza di questi Eminentissimi, che questa piena è restata di sotto al segno di somma escrescenza, indicato nella visita Borromea, piedi 1. 5. 6, in tempo che a Lago scuro aveva sopravanzato di due once in circa il piede del gialino dell' osteria, indicato per segno di somme escrescenze in detta visita. Circa alle bassezze del Po, noi nella visita abbiamo trovato il suo pelo alto once 5. sopra la soglia della chiavica Pilastrese, ed in ordine al maggiore abbassamento fu deposto variamente; chi disse tre piedi, chi *due*, chi quattro; ma la maggior parte hanno detto piedi 1 $\frac{1}{2}$ in *istato*

ordinario, e che per arrivare all' estreme bassezze, poteva calare 3. piedi.

Circa la terza scrittura del dì primo Giugno, non ho che aggiungere, se non che la piena di quest' anno s' è alzata sopra la soglia della Pilastrese piedi 18. 7. 6. di misura di Bologna, essendosi in questa visita regolate col nostro piede tutte le operazioni fatte, e che gli argini del Po si trovano considerabilmente abassati, siasi per negligenza, o per malizia, particolarmente dalla parte sinistra; che è quanto mi occorre significare alle Signorie Vostre Illustrissime in ordine all' informazione richiesta dal signor Cassini. Mando annesse delineate le misure delle sezioni di Po, e di Reno, che ho fatto prendere, la prima a Lago scuro, l' altra alla Botta degli Annegati, comecchè questi sono li siti più angusti, che danno il passo all' acqua de' detti due fiumi, per poter calcolare la quantità dell' uno, e dell' altro, e dedurne l' alzamento, che farà il Reno nel Po; ed in oltre invio a loro medesimi copia d' un' altra scrittura preparata per dare a' signori Cardinali, quando mi ricercheranno del sentimento sopra Volano; (*questa scrittura si è data di sopra nell' esame della linea di Volano, ed è la 42.*) la quale contuttochè mi credessi contenere motivi forti, nondimeno vedendo ora, che il medesimo signor Cassini pensa che l' introduzione in Volano non sia da sprezzarsi, cominciò ad essere in dubbio della di lei sussistenza, ed a tal fine ardisco di supplicare le Signorie Vostre Illustrissime di trasmetterla al medesimo, acciò si degni correggerla, perchè si procurerà di trattenere l' esame di questa proposizione sino all' arrivo delle risposte, ed in tanto si potrà dar mano a discutere l' altre; anzi io medesimo scrivo a detto signore, acciò mi onori di scoprirmene gli errori, con sicurezza che la di lui sperimentata begnignità verso di me non lascerà d' onorarmi de' suoi documenti, particolarmente se saranno avvalorate le mie suppliche dagli ufizi delle Signorie Vostre Illustrissime, alle quali facendo umilissima riverenza, sempre più resto ec.

## SCRITTURA XLVII.

*Avendo di nuovo il Cassini con sua lettera al Guglielmini de' 27. Luglio chieste ulteriori informazioni di fatto, questi gli inviò la sua risposta in data de' 26. Agosto 1693, che è la seguente.*

Con ogni mia maggior soddisfazione ricevo l' umanissima di V. S. Illustrissima de' 27. del passato, e con pari obbligazione gli avvertimenti che in essa si compiace darmi nel corrente premurosissimo affare di queste acque. Procurerò pertanto di soddisfarla delle notizie che appresso di lei restano in sospetto per mia poca avvedutezza in

esprimerle l'altra volta. Debbo dunque ragguagliarla che nella visita fatta da questi Eminentissimi si riscontrò alla Stellata lo stesso segno che fu mostrato nella visita Borromea per segno di guardia, ed è il fatto coll'accetta nell'ala destra della chiavica Pilastrese. A Lago scuro poi fu indicato un altro segno di somma escrescenza ad un ganghero inferiore della posta meridionale del magazzino dell' olio, e questo si è riscontrato assai giusto nell' ultima piena de' 15. Giugno, perchè non vi mancò che un' oncia a toccarlo. Questo segno però è qualche poco più alto del piede dello scalino dell' osteria indicato nella visita Borromea per segno di somma escrescenza, attesochè nel più alto stato di quest' ultima piena l' acqua sopravanzava due once in circa il piede del predetto scalino. Nel tempo che a Lago scuro l' acqua era arrivata ai segni predetti, mancò alla Pilastrese dal toccare il segno ivi indicato piedi uno, e once sette, dal che si conobbe che il segno alla Stellata o era stato indicato tropp' alto, oppure era assai antico, al quale più non giungono le piene presenti.

Il pelo dell'ultima piena de' 15. Giugno ha servito per trovare il vivo degli argini da Lago scuro alle Papozze, ma dalla Stellata a Lago scuro essendosi serviti d'un pelo assai basso, ha bisognato valersi delle necessarie correzioni per ridurre il pelo dell'acqua alla cadente di quest'ultima piena. Dee però accrescersi di un'oncia, che mancava per arrivare alla somma escrescenza di Lago scuro, e si è lasciato di farlo per non incontrare controversie nel modo di far tal correzione, abbenchè la differenza non potesse essere che insensibile.

La caduta di Volane V. S. Illustrissima la tenga per accertata, perchè il motivo di aggiungere li 8. piedi l'ho desunto dalle misure della visita Corsini, e dalle osservazioni che ho fatte nel Po di Primaro, il cui pelo si è livellato in più luoghi con quello delle valli di Comacchio. Se verrà l'occasione di fare la livellazione di Volano ad acqua stagnante, non si trascurerà, ma i Ferraresi allungano a tutto potere, e a noi comple di sollecitare al possibile i periti. Disperata però che fosse l'introduzione di Reno in Po grande, della quale abbiamo grandi, e quasi certe speranze, non si mancherà delle dovute diligenze. Intanto ho regolate le mie riflessioni sopra Volano in maniera, da lasciarmi libero l'adito ad abbracciare questa proposta, quando veramente sussistesse la caduta sufficiente, che si esaminerebbe meglio, ma a dirla io ne dubito infinitamente.

Ho considerato che l'acque si accelerano allo scostarsi che fanno dal loro principio, ma l'acceleramento io credo si riduca ben presto all'equabilità. Nelle cadute perpendicolari, e libere de' solidi. V. S. Illustrissima sa che l'acceleramento del moto continua considerabilmente, e sino a 123. piedi, come pensa di provare il p. de Chales. In quelle che si fanno sopra piani inclinati molto meno, e sempre

meno, quanto minori sono le inclinazioni. Ne' fiumi perciò, i quali benchè abbiano caduta grande, l'angelo però della loro inclinazione è insensibile, credo che i gradi dell'accelerazione presto si uguaglino, e di fatto le sezioni de' fiumi, posto l'acceleramento, dovrebbero sminuirsi, il che non si osserva, anzi negli sbocchi al mare si veggono moltiplicare, ed allargare le loro foci. Quindi ho fondato un sistema, che i fiumi non ricevano che qualche maggiore facilità al moto dalla caduta, e che il pendio degli alvei è piuttosto effetto che causa della velocità, come V. S. Illustrissima si degnerà vedere nell' acclusa scrittura segnata A, data in altra congiuntura confidentemente all' Eminentissimo d' Adda (*questa scrittura si è data di sopra nella presente serie, ed è la 31.*)

Egli è vero che i fiumi Senio, e Santerno corrono per l'alveo di Primaro con la sola caduta di once 6. per miglio, ma bisogna riflettere che l'unione di più acque spiana maggiormente la linea cadente necessaria per non deporre la torbida, considerazione che non può applicarsi all'alveo di Volano, nel quale dovrebbe correre il solo Reno.

Il fondo poi di Volano dal sostegno di Tieni in giù è affatto orizzontale, e per conseguenza non potrebbe non interrirsi per acquistare la conveniente caduta.

Che la rotta seguita in Primaro del 1646. col rivoltarsi dell'acque all'insù interrisse l'alveo inferiore, e che questo di nuovo si scavasse dopo presa la rotta, mostra che il fondo di Primaro nelle parti inferiori fosse sino a quel tempo stabilito nella dovuta pendenza, e che questa accresciutasi per l'interrimento si riducesse di nuovo minore a proporzione del bisogno.

Per altro le livellazioni de' fiumi Lamone, Montone, Ronco, ec. mostrano cadute grandi anche verso il suo ultimo fine, ed in ispecie il Montone fatto livellare ultimamente da' signori Ravegnani ne' contorni di Ravenna ha di caduta once 14. che sono 24. di Bologna per miglio, dal che pare necessario avvertire, che i fiumi non alterano le proprie cadute che coll' unione di nuove acque, con la diversità della materia che portano, e con il liberarsi dalle resistenze, come fanno assai vicino a' propri sbocchi.

Il segno della maggior piena di Reno non si è potuto determinare a verun termine stabile per mancanza di osservazioni. S'accorda però restarvi di vivo circa due piedi per tutto; onde io ho stabilita l'altezza delle piene piedi 9, abbenchè il Riccioli, ed altri non la vogliono che di piedi 8, e con tutto che li Ferraresi alla prima la pretendessero sino di piedi 14, nondimeno però l'hanno accordata tra li 9, e li 10.

La linea tirata da Baura al froldo di fossa d'Albero sarebbe a noi

ugualmente accetta che ognuna delle superiori, che hanno per termine il Po grande; ma a mio credere i signori Ferraresi la rigetterebbero più che ogni altra, perchè interseca tutti gli scoli del *Polesine* di Ferrara per appunto nella parte migliore di esso; secondo, perchè resterebbe chiusa fra quattro argini la città, che sono, a ponente quello di Panaro, a settentrione quello di Po grande, a levante quello di Reno, e a mezzogiorno quello del Po di Ferrara, o l'elevazione della campagna che sempre cresce da questa parte, onde succedendo rotte in uno de' tre fiumi, bisognerebbe che la città restasse per forza inondata, come in una peschiera, non potendo le acque di tali rotte scaricarsi se non per le botti sotterranee, che bisognerebbe fare per gli scoli traversati: terzo, l'inalveazione si dovesse fare prima in Volano, poi da Baura voltarla a fossa d'Albero, si dolerebbero, che il Reno si accostasse troppo alla loro città, nè vi è motivo di utile di navigazione, o d'altro che basti a persuaderli a lasciare questo vano timore.

Lo stato massimo della piena de' 15. Giugno si fece la sera alle ore 23. $\frac{1}{2}$ e continuò quasi tutta la notte, non calando che mezza oncia. L'aria era purgatissima e quasi senza vento, ma quel poco che soffiava veniva tra ponente, e tramontana, dimodochè non potea sostenere (quando per altro avesse avuta la forza per farlo) la corrente del Po.

La scrittura segnata B, che pure V. S. Illustrissima riceverà acclusa, è una di quelle che ho date per li congressi, a quest'ora fatti sopra l'introdurre il Reno in Po grande, toccante la materia dell'alzamento che vi farebbe il Reno (*la scrittura quì accennata si è da noi data di sopra in questa serie sotto il capo della linea di Po grande, ed è la* 9.). Supplico la di lei somma bontà a darmi sopra di essa qualche avvertimento, ed in ispecie a dirmi se alzandosi un piede, e mezzo gli argini del Po, creda sufficiente cautela per assicurare Ferrara da ogni timore, come a me pare da non dubitarsi.

Questo è quanto posso rispondere, ec.

## SCRITTURA XLVIII.

*Nella presente scrittura, esibita dal Guglielmini ai due Cardinali nel medesimo anno* 1693, *non si tratta del regolamento generale dell'acque, ma d'un affare speciale che era stato messo in campo, cioè dell'introduzione del torrente Sillaro nel Po di Primaro.*

Dopo che nel sacro Tribunale di Papa Clemente VIII. furono accusati i fiumi Bolognesi, e Romagnoli di aver cogl'interrimenti manifestatisi nell'alveo di Primaro, fatto rivolgere altrove l'acqua del Po grande,

e con ciò di avere privata la città di Ferrara della navigazione d'un fiume reale, che per l'avanti si portava a lambire il piede delle di lei mura, furono essi incarcerati nelle valli, e fu negato loro l'adito di entrare gravi delle proprie torbide nel Po d'Argenta. Quindi succedettero le sterminate inondazioni, liquidate l'anno 1606. nella visita di mosignor Gaetano, originate dall'estremo gonfiamento delle valli di Marrara, di Marmorta, di Buonacquisto, di Ravenna, e del Passetto, e quindi derivarono pure le rotte frequenti de' fiumi nelle parti superiori, e particolarmente quelle del Sillaro, rese altrettante mutazioni di alveo, non so se per incontrastabile disposizione di fato, oppure se essendo succedute quasi sempre sul Conselicese, e negli argini sinistri del detto fiume, stimarono quegli abitatori suo vantaggio maggiore il lasciar piuttosto correre le rotte dalla banda d'Imola, e di Bologna, che col ripigliarle mettersi in pericolo di vedere la parte destra, e la loro terra medesima, soggetta ai danni medesimi che vedevano scaricarsi sopra la parte opposta.

Si contano perciò alla destra del Sillaro abbandonato le vestigia manifestissime di quattro rotte, compresavi la superiore, per la quale corre in oggi detto fiume, e sono ormai cento anni che per esse successivamente ha avuta quasi un intiera libertà di occupare tutto il paese all'intorno rovinando tutti i terreni altre volte fertili, ed abbondanti fin dentro il territorio di Medicina, in gran parte (come l'EE. VV. medesime hanno ocularmente riconosciuto) devastato dall'acque del Sillaro, ma molto più dalle acque de' propri scoli, dalle torbide del medesimo interriti, e privati dello scarico loro dovuto nel seno delle valli inferiori di Marmorta.

Non si sa che a tanto male sia mai stato applicato altro rimedio che l'effusione di un alveo nuovo, che nella visita del sig. Cardinale Rivarola li 20. Gennaio 1613. si trovò in buona parte effettuato, abbenchè non ridotto alla sua ultima perfezione; del qual alveo anche in oggi appariscono le vestigia delineate nella pianta giudiciale del Caccina sotto nome di fiume, rotta, o riazzò vecchio, riscontrandosi essere il medesimo non solo dall'esistenza degli argini laterali, ma dalla situazione assai precisa, descritta nella medesima visita. Tale operazione però fatta col solo fine di differire al possibile la per altro allora imminente introduzione del Sillaro torbido nel Po di Primaro, aborrita pel sospetto degli interrimenti che se ne temevano, fu altrettanto contrastata da' Bolognesi coi motivi medesimi co' quali ora si oppongono a qual si sia inalveazione a sinistra dell'alveo vecchio, quanto riuscì inutile, posciachè appena passarono due anni che il Sillaro con nuova rotta seguita un miglio in circa sotto la via del Mulo, tornò a spargere le acque proprie per le campagne vicine, cagionando danni infiniti, descritti nella visita di monsignor Bartoli il primo di

Settembre 1622, ed in quella di monsignor Corsini li 21. Marzo 1625.

Egli è ben vero, che riuscendo i danni del territorio d'Imola, e di Medicina così palpabili, da non potersi negare da veruno, sono stati progettati diversi ripieghi, ma tanto contrastati dal diverso interesse delle parti, che è restata sospesa qualunque risoluzione. Proposero i Bolognesi nell'atto della visita Corsini di divertire il Sillaro dalla via del Signore nel Santerno poco sopra la diversione di esso, provvedendo con botte agli scoli intermedi, ma opposero i Ferraresi l'enormità della spesa, e l'interesse della Romagnola, a cui dubitavano potesse pregiudicarsi considerabilmente, esprimendosi che con poco dispendio sarebbe potuto inalvearsi sopra le Spazzate, introducendolo nelle valli di Marmorta, ma nello stesso tempo confessarono (addotrinati forse dal fresco esempio della diversione del 1613) che sarebbe stata operazione di poca durata, perchè correrebbe in su contro la Quaderna.

Quest'ultima pure è la proposta cotanto sostenuta dai comuni della Massa, e Conselice, i quali senza avere altro riguardo che di perpetuarsi il beneficio partorito ai loro territori coll'esterminio degli altri dalle rotte accennate alla destra *del Sillaro*, *poco attendono* al danno che da tale proposizione verrebbesi ad inferire a tutti gli aggiacenti alle valli di Marmorta, il numero, e l'interesse de' quali è ben noto alle EE. VV., che hanno visitato, si può dire, a palmo a palmo tutti que' siti. Posciachè chi non sa essere ridotte le valli predette di Marmorta a tal segno d'interrimento, che nell'estate più asciutte si ristringono a pochi canali, in maniera che *in oggi* ponno con più verità dirsi paludi fatte dall'unione dell'acque sregolate de' fiumi Idice, Quaderna, e Sillaro, e dalle Pavesane del Po d'Argenta, che ricettacolo delle medesime per bassezza del proprio sito. Qual vantaggio dunque si può sperare dall'inalveare un fiume mandandolo a sboccare in sito di simile condizione? Certo nè facilità d'esito, nè velocità di moto, mentre non essere ciò potuto seguire anco ne' tempi, che le valli erano molto più basse di *fondo*, *lo* dimostra la poca durata della diversione del 1613. portate a sboccare nel più cupo di esse, e non minore argomento ne danno tante rotte, seguite una dopo l'altra, posciachè se correndo il Sillaro per un alveo manufatto, e molto più per una rotta, nella quale si avrebbe il beneficio della espansione immediata, avesse trovata l'acqua felicità di esito, non avrebbe con gonfiare in se stessa aperte altre strade al proprio scarico. Era pure stata aperta sei o sette anni la rotta vecchia del Serraglio, ed andava essa a sboccare quasi nello stesso luogo dove ora termina il Sillaro, in tempo della visita di monsignor Bartoli, e pure nelle parti superiori furono visitati molti luoghi rotti, e che minacciavano di rompere.

S'immaginino l'EE. VV. perfezionata in qualunque forma questa pretesa inalveazione, e si degnino riflettere agli effetti che immediatamente ne seguiranno, ed a quelli che in breve tratto di tempo si adranno palesando. Non v'ha dubbio che intendendosi di difendere l'una e l'altra ripa con forti arginature, in un tratto si vedranno libere dall'acque di questo fiume le campagne a destra, ed a sinistra, ma per lo contrario si troveranno prive di scolo tutte le campagne superiori de' territori d'Imola, e di castel Guelfo, intersecata dall'arginatura sinistra la fossa de' Raggi, ed il canale de' signori Fantuzzi non potendo avere esito nel fiume, converrà che faccia lo stesso che ora, cioè sormontare, e rompere gl'argini propri; ed inondare parte di terreni fertili ed abbondanti. Egli è vero, che gli scoli del Medicinese sul bel principio parranno esenti dagli interrimenti, che ora gli uguagliano al piano delle campagne; ma egli è anche vero, che saranno sempre soggetti ai medesimi per le rotte facilissime a succedere da quella parte, comecchè l'arginatura sinistra a poco altro servirà che a difesa del Medicinese, e poco si cureranno i forestieri, anzi ricuseranno di spendere il proprio danaro nella manutenzione, e riparazione d'un argine, che dee servire all'altrui difesa, e se il comune di Medicina dovesse solo essere soggetto a tale dispendio, verrebbe esso a pagare la pena della negligenza, o pertinacia dei comuni Romagnoli in trascurare di prender le rotte seguite su i loro territori, anzi ostare alla chiusura delle medesime col restituire al fiume il suo corso solito e naturale.

Sanno bene l'EE. VV. che la valle di Marmorta dee dar ricetto all'Idice, alla Quaderna, ed al Sillaro, oltre ai rivoli Centonara, canale di Medicina, e di castel Guelfo, ad altri condotti di acque chiare in buon numero. Che se tutti questi fiumi, e condotti si hanno da indirizzare verso il centro di essa, come pare che si pretenda in questa proposizione sotto il pretesto del maggior fondo, necessariamente dovranno come i raggi d'un cerchio andare ad intersecarsi. Ora egli è certo, che l'intersecazione del corso dell'acque sospende il loro moto, e cagiona interrimenti, e che gli interrimenti i quali regolarmente si fanno laterali al corso del fiume, dividono le valli grandi in molte piccole, e impediscono l'esito ai condotti delle acque chiare, le quali per tal cagione elevandosi di pelo, allargano il loro primo ristretto ricettacolo a maggiore circonferenza. Tutto ciò dovrà succedere inalveandosi il Sillaro verso il Porto nuovo, perchè in breve tratto queste avanzandosi colle sue torbide nella valle; e lo stesso facendo l'Idice, e la Quaderna, si uniranno le sponde dell'uno a quelle dell'altro, e così chiuso l'esito a tutti gli scoli fra l'Idice, e il Sillaro, allargheranno all'insù il circondario delle valli di Marmorta colla perdita di tutta la parte inferiore del territorio di Medicina,

di Villafontana, Ganzanigo, Selva, Boscosa, Fiorentina, S. Martino in argine ec. lo stato infelice delle quali terre apparisce dall' ultima visita dell' EE. VV.

Finalmente, riflettendo, che per necessaria disposizione di natura, interrita che sia affatto la valle di Marmorta, cosa che s' aspetta a' nostri giorni, debbono tutte le dette acque introdursi inalveate nel Po di Primaro, e che almeno rispetto al Sillaro dee farsi l' introduzione alla Bastia, pare che niuna ragione consigli di stabilire una strada tortuosa, lunga, difficile, e dispendiosa, tralasciando la più breve, facile, e ristretta, che è la medesima che il fiume da se stesso si elesse al proprio corso; e se la regola della bonificazione intavolata da Clemente VIII., e proseguita da Paolo V. fu di voltare i fiumi nelle valli inferiori a levante, non si sa vedere perchè il solo Sillaro si debba mandare per istrada contraria a ponente.

E finalmente, se figurandosi questo fiume inalveato per *le valli* di Marmorta, ed introdotto al cavo della Bastia, niuna ragione si potrebbe opporre ai giusti reclami de' popoli, che dolendosi dei danni di sopra dimostrati, richiedessero il rimedio con un taglio da farsi dalla punta del Serraglio al termine *predetto nel Po* di Primaro, per qual cagione ora che si sta sul risolvere hanno da pretendere due comuni, sottoposti per natura, e per disposizione di sito alla servitù di questo fiume, di intieramente liberarsene, imponendola perpetuamente a quelli, che o per loro cagione, o per sole casualità di rotte l' hanno temporaneamente patita con infiniti pregiudizj.

L' esclusione della linea proposta dai detti comuni di *Massa*, e di Conselice, porta, secondo il nostro sentimento l' inclusione dell' altra d' introdurre il Sillaro a dirittura nel Po di Primaro al cavo della Bastia, o in sito dove in poco tempo debba seguirne l' introduzione, siasi o per la linea dell' alveo vecchio, oppure per una più discreta a sinistra di esso, ma in poca distanza, e paralella al di *lui* andamento, ed oltre le ragioni di sopra accennate, molti altri motivi ci persuadono a fare alle EE. VV. queste proposizioni.

Prima, non ne segue danno a veruno, che ai possessori de' terreni per li quali si dovesse escavare l' alveo, i quali si potrebbero soddisfare col prezzo di essi, che risulterebbe in poco, per essere in questo tratto tutti i terreni di pessima qualità.

Secondo, perchè si potrebbe provvedere al Correcchio, che è l' unico scolo che s' intersecherebbe, col mandarlo, come una volta, ad unirsi col Rancolo all' Anconetta, o in altro luogo più comodo.

Terzo, perchè dal cavo della Bastia in giù pel Po di Primaro vi è sufficiente caduta sino al mare, e tale da non permettere interrimenti perniciosi nel di lui alveo, assicurandocene gli effetti *del* Santerno, e del Senio.

Quarto, perchè occupandosi il cavo della Bastia pel Sillaro, ponno farsi altri cavi migliori in sito superiore per iscolo della valle di Marmorta, e munirsi di chiaviche per difesa delle Pavesane.

Quinto, perchè le torbide del Sillaro ponno alle occasioni contribuire alla bonificazione della valle di Buonacquisto rimasta considerabilmente profonda, non potendo averne d' altronde dopo rivoltato il Santerno in quelle di Ravenna.

Sesto, perchè disegnandosi la linea di questa inalveazione dalla Botta della signora Caterina Vaini, sino all' angolo australe del Serraglio, e quindi voltando allungo della confina di questa verso greco, e proseguendo all' ingiù a dirittura sino alla valle, dipoi obliquando la linea verso la Bastia, si passa per terreni alti, dove il fiume verrà incassato, i medesimi sono tutti prativi, e boschivi, non s' incontrano fabbriche, e i terreni bassi della Massa, e Conselice vengono assicurati da ogni temuto infortunio. Finalmente non s' interseca veruna tenuta considerabile.

# PARERE

*DI*

## DOMENICO GUGLIELMINI

SOPRA L' INALVEAZIONE

## DELLE ACQUE DEL RENO

*E DEL RESTO DEI TORRENTI*

DEL BOLOGNESE, E DELLA ROMAGNA.

# LETTERA

## AI SIGNORI COMPONENTI L' ASSUNTERIA D' ACQUE IN BOLOGNA.

*Illustrissimi Sigg. Sigg. Padroni Colendissimi.*

Se al grande sconcerto delle acque Bolognesi fossero permessi dalla natura molti e diversi rimedi, potrei ben ora agevolmente incontrare appuntino il venerato comandamento delle Signorie Vostre Illustrissime col soggettare ai loro prudentissimi riflessi qualche progetto, che sebbene non avesse tutti i numeri della perfezione, almeno potesse soddisfare in qualche parte, e per qualche corso di tempo considerabile le urgenze presenti, o levando, o sminuendo i gravissimi pregiudizi, che patisce questo per più d' un secolo a tal cagione afflittissimo territorio. Ma perchè come che la sorgente dei danni è una sola, uno solo per conseguenza è il rimedio diretto a levare la sorgente stessa; perciò mi trovo nell' ardua necessità, o di non ubbidirle, o di proporre loro ubbidendo cosa meno che buona. Il primo con discapito della mia puntualità; il secondo con pregiudizio della sincerità, che sono in obbligo di praticare, e quel che è più con danno, a mio credere, estremo del paese, qualvolta la proposta avesse altra mira, che ad un rimedio reale.

L' unica cagione dei danni ben nota è stata per confessione d' ogni intendente dei fatti andati l' essere mancante nel Po di Ferrara, e nei di lui rami Volano, e Primaro, le acque del Po grande le quali destinate dalla natura per veicolo di tutte quelle dei fiumi, che scendono dall' Appennino nel piano della Lombardia, dopo rivoltatesi ad altra parte hanno lasciate le acque tutte da Panaro in giù in abbandono, ed obbligatele a prendere altro metodo di corso, e di viaggio, per arrivare al comune loro ricettacolo, cioè al mare. Questa diversità di corso è quella che rovina le tre provincie, e tanto maggiore si è fatto lo sconcerto, quanto che ci è entrata di mezzo l' opera degli uomini, che senza direzione di sano consiglio vi ha accresciute delle alterazioni, che tutte, benchè qualche volta a prima vista mostreranno in apparenza dell' utilità, nulladimeno però in progresso di

tempo hanno dato a conoscere, essere elleno state pessimamente dirette.

L' entrarne sul preciso sarebbe un troppo dilungarsi; basta dire che di tante case fatte dopo la fatale rimozione di Reno dal Po, neppure una s'è trovata, che, o non sia stata disapprovata con l' insussistenza dalla natura, o non si sia resa lagrimevole ai popoli interessati, segno evidentissimo, che l' operare in questa maniera con certe idee troppo ristrette, o ai particolari interessi, o alle circostanze di un tempo determinato, non è il legittimo: e per conseguenza, che il far progetti senza la necessaria avvertenza del fine ultimo, cioè del rimedio reale, non è altro che mettersi ad evidente pericolo di sconcertare maggiormente le cose, avendosi in contrario la tendenza dell' unione delle cagioni naturali, che vorrebbero pure, o rimettere i corsi delle acque alla sua primiera e naturale regola, o *stabilirsene* dei nuovi, ma coerenti alle leggi della natura; le quali, *perchè* irrefragabili, e comunemente mal conosciute, e perciò non secondate, eludono, per non dire irridono i progetti suggeriti, o da un piccolo particolare incidente, o dalle circostanze morali, e politiche, quando non sieno appoggiati ancora alle stesse leggi *inconcusse della natura*, che non alle circostanze dei tempi, ma solo a quelle delle situazioni, e delle pendenze vogliono riferirsi.

Se non fosse mai stato rimosso il Reno dal Po di Ferrara, nè fatta verun' altra operazione negl' alvei del Po medesimo, e de' fiumi del Bolognese, e Romagna, certo è, che nel tempo susseguente sinora avrebbero i fiumi, ed acque tutte predette stabilita la *direzione* del loro corso, altre verso il Po grande, altre verso il mare, a riserva della prevalenza delle cadute, o verso l' una, o verso l' altra parte; dopo di che si sarebbero regolati gli scoli delle campagne, stabiliti i canali delle navigazioni ne' siti opportuni, e fatto quanto altro fosse convenuto per il buon essere delle provincie. Ma la *rimozione* avendo sconcertato tutto questo bell' ordine della natura, e dell' arte, ha altresì obbligate le acque del Reno ad alzarsi ad inondare, ad interrire, in una parola a mutare tutta la faccia, e la situazione del paese, pregiudicando con ciò alla buona condotta delle acque torbide, ed al regolamento conveniente delle chiare; due capi, dai quali ne derivano infiniti altri di danni, e di sconcerti.

L' ostinazione avutasi sinora di tenere le acque del Reno disgiunte da quelle del Po, siccome è stata l' unica origine dei gravi mali presenti, così lo sarà anche da qui avanti, quando per qualunque rispetto, o motivo perseveri; e perciò il proporre temperamenti, o progettare operazioni fuori di questo scopo, non è che un lusingarsi con vane speranze nel tempo, che il male anderà a gran passi avanzandosi, se pure non è anche un difficoltare maggiormente il rimedio.

Senza aprire la strada all' unione delle acque di Reno, e di Po, saranno obbligate ( torno a dirlo ) di tentar tutto per acquistarsi la necessaria caduta al mare; che trattandosi di acque torbide, e di poco corpo, non può essere cotanto poca, come taluno si figura; e laddove la superficie della campagna disposta dalla natura col suo pendio verso il Po di gran lunga più che verso il mare, avrebbe dato ricetto ad alvei escavati per quella parte col solo aiuto di non molto grand' argine, converrà ch' ella tanto s' elevi, che possa avere una proporzionata caduta al mare; oppure quando si presumesse far forza alla natura stessa, converrà a forza d' argini altissimi obbligare i fiumi a formarsi dentro di se medesimi le proporzionate cadenti, e di superficie d' acqua, e di fondo, che stabiliscano i corsi desiderati.

Senza arrivare all' uno, o all' altro di questi segni, non saranno mai corretti gli errori degli uomini commessi nei fatti passati; ma nel primo caso troppo vi è da fare prima che la natura compisca l' opera; ed in tanto si perderà poco meno, che tutto il territorio, tuttavia situato con la sua superficie ad altra maniera di corso; ma nel secondo caso chi assicura, che possano fabbricarsi argini dell' altezza necessaria? Qual comodo siasi per avere di scolare le acque piovane imprigionate da argini cotanto elevati? In quali alvei sieno esse per iscaricarsi? Certo in niuno, convenendo concepirli tutti di molti e molti piedi più alti della superficie delle campagne, come resta assicurato non meno dalle considerazioni, che dalle livellazioni altre volte fatte nella visita generale. Oltre di ciò quale sarebbe la sicurezza, quali i mezzi di riparare in caso di rotte agli argini stessi, ed in fine quale la distruzione, che seguirebbe da una di dette rotte? A tali inconvenienti bisogna che si prepari chiunque ha l' ardire di far violenza con l' arte alla disposizione della natura, che sebbene in qualche menoma parte si lascia regolare dall' arificio degli uomini, nel molto però vuol essere ella la padrona.

Che progetto dunque può mai idearsi utile, e plausibile sulla massima fissa di tenere il Reno lontano dal Po? Niuno per certo, a mio credere, se non sono di quelli, che non risguardano, che i piani delle tavole topografiche, come la maggior parte di quelli, che sono stati fatti per lo passato; che però si possono ben tenere per proposizioni, o progetti, ma non già per rimedi di sorte alcuna, non avendo, nè la proporzione al male, nè la qualità del benefizio, che si richiede in ciò, che ha da essere rimedio: ed in fatti le linee di Volano, di Primaro, di valle in valle, e le più alte proposte nell' ultima visita generale, benchè seriamente ponderate, e ventilate, non sono state approvate per rimedi, ma solamente quelle che terminano al Po grande, come è manifesto da tutte le visite generali, dalle relazioni fatte dopo di esse, e da' due brevi Pontificii, che

tutti si uniscono a dare per unico rimedio l' immissione di Reno nel Po.

Il peggio si è, che non hanno nemmeno la qualità di rimedio temporaneo, almeno nel tempo presente. Altre volte la linea di Volano poteva averlo, perchè nei tempi andati le valli fra il Reno, e l' Idice, erano tutte comunicanti, e sul piano medesimo; e l' introduzione di Reno in Volano, quando avesse potuto sussistere per qualche tempo, le avrebbe preservate dagl' interrimenti, e il Po di Primaro allora basso avrebbe con facilità ricevute le acque di esse valli, e per conseguenza degli scoli. In oggi fattisi enormi interrimenti nelle valli suddette, dai quali vengono circondati i corpi minori di esse, e sostenute le inondazioni nelle campagne poco fa fertili, non basterebbe portare il Reno in Volano, ma converrebbe aprire vasti canali in essi interrimenti con molta spesa, ed incertezza di benefizio, eguale a quella della durazione dell' inalveazione suddetta; atteso che non essendo possibile per difetto di caduta, che sussistesse il fondo presente di Volano, quando i Ferraresi vedessero empiersi di pantano, e di sabbia quell' alveo, farebbero quel che in caso simile fecero di Panaro, ricorrendo al fatto, e levandosi d' addosso il pregiudizio, ed il timore; ed ecco gettata tutta la spesa di quanto si fosse operato. Si aggiunge, che questa sarebbe la più contrastata proposizione di ogni altra, se non dai Principi esteri, al certo dai Ferraresi per l' utile, che ricavano dalla navigazione presente di Volano.

Similmente la linea di valle in valle non può nemmeno più eseguirsi, non essendovi più quei vasti corpi di paludi, che vi erano al tempo dell' Aleotti; che perciò nemmeno è stata motivata ultimamente da' Ferraresi nella visita.

Il proporre operazioni dentro le valli nello stato presente di esse è affatto estemporaneo; le piccole poco o nulla potrebbero giovare; le grandi come che devono essere parte di quel tutto, che una volta ha da essere rimedio reale, non ponno idearsi senza riflesso ad esso; senza questo tutta la spesa sarebbe gettata, e la situazione del Reno non dà luogo d' utile sussistenza a cosa veruna. In altri tempi le operazioni dentro le valli servivano a tener lontano il corso di Reno, e le acque torbide, ed effetto di impedire gl' interrimenti cotanto pregiudiciali agli scoli. Ora che il male è seguito, che tutto è interrito, le acque sostenute, perduti i canali, e la speranza di ricuperarli, tutto è vano. L' unica cosa che resterebbe da desiderare, sarebbe, che tutto il corpo di Reno corresse inalveato pel Riazzo Cervella, e che l' alveo di Savena fosse protratto fino alla Salarola; ma indicibili saranno le opposizioni de' Ferraresi, e per quello s' aspetta al Riazzo Çervella forse anche de' Ducali di Modena. Simili operazioni sarebbero anche desiderabili nelle valli di Marmorta, come

l' inalveazione del Sillaro, la regolazione dell' Idiee, la protrazione della Quaderna ec. ma come che entreranno a parte di quello, che in appresso sono per dire, per ora basti l' averle motivate, avvertendo solo, che simili intraprese non importano di gran lunga la somma dell' affare.

Convenendo pertanto a misura dell' ordine delle Sigg. VV. Illustrissime star per ora lontano dal proporre l' altre volte proposto rimedio reale, ma convenendo altresì se non si vuole precipitar tutto, progettando aver d' avanti all' occhio lo stesso, io non so immaginarmi, che possano essere messe in tavola altre, che due proposte; l' una d' effetto, e d' esito per noi sicuro, ma difficilissima ad essere ammessa; l' altra non senza opposizione, ma più facile ad ottenersi dalla sovrana autorità di N. S., ed immune da ogni contradizione di Principi esteri, ma altrettanto secondo una parte d' incerta riuscita, e perciò da non escire, che a titolo di esperimento.

Il primo sarebbe di rimettere le cose in pristino, cioè nello stato, in cui si ritrovavano prima della diversione del Reno fatta nel 1604. consisterebbe l' operazione in levare l' intestature dell' alveo vecchio di Reno, quella del Bondeno, e tutte l' altre del Po di Ferrara, e di Primaro, ristorando gli argini, e i cavi, dove si trovasse il bisogno. Con ciò si rimetterebbero le acque in libertà di scorrere dove più le portasse la natura, ed è certo l' effetto, che farebbero, cioè in tempo di piene di Po scorrerebbe un ramo di questo, e gli altri fiumi tutti da Panaro in giù per gli alvei antichi; ma in tempo di acque basse, non vi ha dubbio, che e Panaro, e Reno anderebbero nel Po, e che col tempo si assoderebbe la loro escursione da quella parte.

Forse non vi sarebbero opposizioni di Principi esteri, perchè non potendo i fiumi entrare in Po in tempo di piene, che è quello del pericolo, ma più tosto scaricandosi una parte del Po pel ramo di Ferrara, non avrebbero di che dolersi. Si avrebbero bene, e gagliarde le opposizioni de' Ferraresi, che non amerebbero vedersi il Reno scorrente sotto le mura della città, e si fortificherebbero con i soliti clamori dei Camerali per la fortezza, città, e valli di Comacchio, ma forse concorrendovi qualche buona disposizione di Roma si troverebbero ripieghi.

Per altro la proposta sarebbe con fondamento di ragione, perchè essendo stato levato il Reno dal suo antico alveo (di ragione di Bologna, come comprato dai Duchi di Ferrara) per un interim, e coll' oggetto di escavare il Po, affine di rimettere la navigazione sotto le mura di Ferrara, nè essendo ciò stato eseguito dentro il corso di un secolo, non vi è cosa più giusta, cessando il motivo o per impossibilità, o per impotenza, che ritornare *ad primaeva iura*, e lasciare

che succeda in questo secolo ciò, che senza la diversione sarebbe accaduto nell' antepassato.

Si potrebbe ancora dar fondamento alla proposizione con la speranza, che il Po trovando in oggi linea più breve per andare al mare dalla parte di Ferrara, potesse a forza di prevalente caduta essere dopo sei secoli ricondotto dalla natura ne' suoi alvei antichi.

L' altro progetto da mettersi sul tappeto a titolo di esperimento si appoggia ai principj medesimi del rimedio reale, ed è d' inalveare tutti i fiumi dal Reno al Lamone dentro l' alveo del Po di *Primaro*.

Se alcuna delle linee proposte altre volte è riuscibile, certo è quella di Primaro, ma nel solo sistema, che dentro quest' alveo confluiscano tutti i fiumi, ed altre acque di sopra accennate.

Si ha per principio indubitato, convalidato dall' esperienza maestra delle cose, che l' unione delle acque correnti tiene, e fa *gli alvei* profondi, e gli rende meno bisognosi di caduta per portare le acque al mare. Se coll' aiuto degli altri fiumi inferiori si possa spingere il nostro Reno senza quello del Po grande al mare, appresso di me è cosa incerta; egli è ben certo, che minore caduta *gli* bisognerà in tal forma, che in qualsisia altra, e il solo esperimento può liquidare se quella che si ha, possa essere bastante, e questo potrebbe farsi nella seguente maniera.

Primieramente dovrebbe rimettersi il Lamone nel Po di Primaro per la stessa via del secolo scorso, e dopo introdotto si dovrebbe osservare se il fondo si abbassasse, e quanto, e similmente *si diminuisse* la maggior altezza dell' acqua. Tutto ciò dovrebbe succedere in vigore dell' accennato principio, e con la norma delle osservazioni fatte nel tempo, che il Lamone fu divertito dal Po.

Osservato il buon effetto si dovrebbe procedere all' inalveazione degli altri fiumi a parte per parte, cioè prima del Senio, poscia del Santerno, ed acque intermedie, indi de' fiumi di Marmorta, ed in fine di Savena, e Reno; e se ripetendo ad ogni nuova inalveazione le osservazioni suddette, l' esperimento fosse sempre favorevole a quelle, che restassero da farsi, sicchè o il piano di campagna con l' aiuto d' argini di moderata altezza si mostrasse atto a patire, e mantenere le inalveazioni tutte, ed a lasciar fondi di fiume, che potessero con l' aiuto delle chiaviche ricevere quelle delle valli, e degli scoli, si potrebbero poi condurre questi ai termini più propri, e adattati al benefizio dei territori; è ciò accadendo si sarebbe fatto un rimedio reale, e corretto in qualche parte l' errore commesso in separare le acque de' nostri fiumi da quelle del Po.

Ma se al contrario arrivandosi con le inalveazioni a Savena, e a Reno, si trovasse il piano delle campagne non essere proporzionato

al bisogno, si avrebbe una dimostrazione evidente, non essere possibile l'inalveazione di questi fiumi, che nel Po grande, a meno di tollerare per molti anni ancora i presenti, o maggiori danni.

Tanto mi conosco in debito di rappresentare alle Sigg. VV. Illustrissime per ubbidire nella maniera più doverosa a' loro adorati comandamenti, e per vantaggio d'una patria, che ho sperimentata in ogni tempo tanto benefica, assicurandole che con tutto che per disposizione di destino sia allontanato con la persona dal servizio della medesima, non mancherò però mai d'esserle presente col desiderio di servirla. Di tanto accerto VV. Sigg. Illustrissime, alle quali facendo umilissima riverenza resto

Di VV. Sigg. Illustrissime

Bologna 3. Aprile 1709. (1)

*Umo Obbmo ed Ossmo Servitore*
DOMENICO GUGLIELMINI.

(1) Tanto l'edizione di Firenze, quanto un MS. esistente in questa Biblioteca dell'Università, portano la data di Bologna, e non di Padova, come pare dovesse essere, stante che in quel tempo l'autore occupava una cattedra nello studio di quella città.

# TRE LETTERE
## IDROSTATICHE

*DI*

DOMENICO GUGLIELMINI

# LETTERA PRIMA

*SCRITTA*

## DA DOMENICO GUGLIELMINI

*A*

## GOFFREDO GUGLIELMO LEIBNITZIO

CONSIGLIERE E MATEMATICO DEL SERENISSIMO DUCA D'ANNOVER.

Appena nel passato mese d'Agosto aveva posti alle stampe i miei tre ultimi libri della misura dell' acque; che avendone inviato in Firenze al signor Antonio Magliabechi nostro comune amico un esemplare, acciocchè lo mandasse per la prima occasione a voi, vengo dal medesimo avvisato, e della vostra attenzione verso la mia persona, e che Dionisio Papino uomo chiarissimo aveva inserito negli atti di Lipsia, come voi stesso accennavate, alcune obiezioni contro le mie dimostrazioni della misura dell' acque. Confesso, che essendomi già da gran tempo nota la fama di questo dottissimo uomo, e sapendo quale fosse la sua perizia nelle scienze matematiche, subito ho dubitato, che nelle mie dimostrazioni potesse essere scappato qualche errore; imperocchè, non ho mai avuto tanto ardire di credere per infallibili le mie opinioni, onde non avendo ancora nelle mani le sue obiezioni, mi sono posto a considerare, e a riconsiderare di nuovo attentissimamente tutte le mie dimostrazioni, senza frutto però, non avendovi trovato alcun errore. Impaziente adunque andava cercando da per tutto in città, e fuori gli atti di Lipsia, i quali finalmente nel passato Novembre mi furono dati dal padre maestro Gaudenzio Roberti dopo il suo arrivo da Parma. E avendo ne' medesimi letta la relazione della mia operetta inserita nel mese di Febbraio; nel primo poi di Maggio vi trovai le osservazioni del signor Papino appartenenti all' idraulica, e in quelle ho scoperto, che la mia proposizione seconda del secondo libro della misura dell' acque correnti, stampato l' anno 1690. vien piuttosto dall' autore cortesemente esaminata, che impugnata, perchè la mia opinione a prima vista gli pareva, che fosse contraria ad una proposizione da lui inserita nell' anno 1690. negli stessi atti de' letterati, la quale per questo s' inpegna di dimostrare in queste osservazioni.

Mi sono tutto rallegrato, quando ho veduto la sua proposizione senza

dubbio dimostrata non toglier punto alle mie dimostrazioni, ed esso chiedere solamente, che se gli levi questo dubbio, il quale levato approverà tutte le mie cose come dimostrate.

Acciocchè adunque dalla parte mia, per quanto posso, mi assicuri di aver soddisfatto a questo dottissimo uomo, dimando a voi il vostro parere, come quello che da tutti siete meritamente annoverato tra li più celebri matematici de' nostri tempi. Imperciocchè in questa lettera, la quale per mezzo dell' eruditissimo signor Magliabechi vi sarà fatta consegnare, voi troverete tutte quelle cose, che mi sono parute a proposito per annichilare le obiezioni, e tor via tutti i dubbi; se voi le stimerete tali, che possono indurre l' animo del signor Papino a non più vacillare circa le mie opinioni, procurate di farne capitar al medesimo, o alli eruditissimi autori degli atti di Lipsia un esemplare, supplicandoli a nome mio, che nel medesimo libro, dove ci sono le obiezioni, soggiungano le risposte.

Ma per non trattenervi di vantaggio, contentatevi che io riferisca qui parola per parola le osservazioni Papiniane impresse negli atti dell' anno 1691. nel mese di Maggio a carte 208. 209. 210. notate tutte con i suoi numeri, a' quali s' avranno da riportare le mie risposte, e sono tali.

*Alcune osservazioni di Dionisio Papino circa le materie appartenenti all' idraulica inserite nel mese di Febbraio di quest' anno.*

*Negli atti degli eruditi l' anno* 1691. *nel mese di Febbraio pag.* 74. *si porta la dimostrazione, con la quale il celebre Domenico Guglielmini autore del libro della misura dell' acque correnti si sforza di provare che;* l' acqua che corre per qualche sezione di un canale inclinato, abbia la stessa velocità, che se corresse da un vaso d' imboccatura simile, ed uguale alla sezione, ed altrettanto remota dalla superficie superiore dell' acqua, quanto la sezione si allontana dalla linea orizzontale tirata pel capo dell' alveo. *Parendo che questa proposizione a prima vista abbatta quello, che io l' anno* 1690. *nel mese di Maggio ho riportato negli atti degli Eruditi carte* 225. *acciocchè quest' apparente opposizione non lasci sospesi gli animi de' lettori, stimo cosa opportuna il portare qui una dimostrazione di quello, che ivi avevo semplicemente asserito, e insiememente dimostrerò mancare qualche cosa in quel gran libro, sperando che possa esser una volta riportata dall' autore acciocchè per l' avvenire i lettori non abbiano niente da dubitare. La mia proposizione adunque, come dal luogo citato facilmente si deduce è questa:* l' acqua corrente per un tubo uniforme (1) sempre pieno, ed aperto dall' una e l' altra parte, si muove colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un apertura simile,

ed eguale al diametro del tubo altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto l' apertura inferiore o sia sezione del tubo si allontana dalla linea orizzontale tirata per la bocca superiore dello stesso tubo.

*Sia* E. G. (*fig.* 8. *tav.* 3.) *il tubo uniforme* EF *aperto da tutte le parti, il quale unendosi col fondo del vaso* ABCD, *e penetrandolo non lo trapassi; il vaso sia così pieno d' acqua, che lo stesso tubo* (2) *sia da essa continuamente coperto, e si riempia: e per la sommità del tubo si tirino le orizzontali sopra la superficie dell' acqua, conservandosi sempre la medesima altezza. In oltre vi sia un' apertura* G *nel fondo dello stesso vaso posto orizzontalmente simile, ed eguale al diametro del tubo* EF: *dico che la velocità per detto tubo è suddupla della velocità dell' acqua, che esce pel buco* G. *Imperocchè è cosa certissima, che l' acqua discende con egual velocità per tutta la lunghezza del tubo* EF (3) *mentre le parti inferiori non possono discendere, se lo spazio lasciato non viene riempito nel medesimo tempo dalle parti superiori. Di qui ne viene* (4) *che l' acqua uscita, se si moverà orizzontalmente* (5) *colla velocità acquistata nel discendere in tempo eguale, passerà tanto spazio, quanto ne passa col discendere, essendo l' uno, e l' altro moto uniforme, ed equiveloce. Ma il Galileo* (6) *ha dimostrato, che i gravi colla celerità acquistata nel discendere devono orizzontalmente passare il doppio dello spazio, che discendendo passarono in tempo eguale. Adunque la velocità dell' acqua per* E *è solamente la metà di quella, che il grave acquisterebbe mentre discendesse dalla medesima altezza, e perciò sarà ancora la metà della velocità dell' acqua per* G, *essendo manifesto, che la velocità dell' acqua pel buco* G, *è eguale alla celerità acquistata dal grave nel suo discendere dalla proposta altezza; adunque ec.*

*Questa medesima verità si potrebbe dimostrare per mezzo del numero dell' impressioni ricevute dalla gravità, considerata la quantità della materia che si è mossa, ma questo lo passerò sotto silenzio per non esser troppo lungo, tanto più che la dimostrazione di sopra portata; non può esser negata da alcuno, per via della quale rimane provato* (7) *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo circa i gravi descendenti, come anco è falso il fondamento, nel quale si appoggia la dimostrazione del famoso Guglielmini.*

*Confesso però* (8) *che il caso proposto da questo eccellente uomo differisce qualche poco dal nostro, perchè io suppongo il tubo sempre pieno, ed aperto solamente in due estremi, ed egli un canale, che non solamente sia aperto da due parti per ricevere, e buttare l' acqua, ma ancora sia scoperto per tutta la sua lunghezza, e in se ammetta l' aria: benchè questa disparità di casi non si possa negare, ad ogni*

*modo ci rimane (9) una assai grande convenienza cavata dalla natura de' fluidi, così che non possa veramente ammettersi l' opinione di questo eruditissimo uomo (10) essendo le parti superiori nel canale sempre diversamente agitate per la diversa velocità delle parti inferiori. Questo non succede ne' gravi, della discesa de' quali ha già trattato il Galileo (11) ed acciò la cosa si conosca più chiaramente, si guardi la figura nove, nella quale si suppone AB (tav. 3.) essere il fondo del canale eguale per tutta la lunghezza, i cui lati assieme col fondo facciano angoli retti, e sia la lunghezza AB divisa in quattro parti eguali ne' punti C, D, F; è manifesto, che il grave discendente per lo piano AB, acquisterà in B una velocità doppia di quella, che aveva acquistata in C. Adunque se l' acqua seguitasse le medesime leggi, dovrebbe nel punto B riempiere nel canale una mezza parte solamente di quella, che riempiva in C: e la ragione è chiara, perchè correndo la medesima quantità d' acqua nello stesso tempo per tutta la lunghezza del canale, la di lui altezza dee essere tanto minore, quanto maggiore è la velocità acciò la lunghezza della colonna acquea che passa in B, resti compensata dalla crassezza di quella, che corre in C; e perciò, se l' acqua in C riempie il canale insino ad E, quando sarà pervenuta in B arriverà solamente fino a G, supponendosi BG subdupla della stessa CE. Si fa dunque chiaro che l' acqua che sta in E, non discenderà per lo piano EH paralello all' altro CB, il che dovrebbe seguire secondo le leggi dimostrate dal Galileo, ma bensì discenderà per un piano molto più inclinato: anzi quell' inclinazione non è uguale per tutta la lunghezza del canale, ma quanto più ci accostiamo alla cima, tanto maggiore diventa l' aumento della velocità, data un' incerta lunghezza del canale. Mi pare adunque, che il nostro ingegnosissimo autore (12) abbia errato in questo, cioè abbia stimato doversi discorrere nella medesima maniera circa i fluidi discendenti come circa i gravi supposti dal Galileo, e perciò a rendere l' opera compita, gli resta solo da cercare (13) quale sia la linea EG, secondo la quale la superficie dell' acqua corrente dee declinare nel canale. Da qui facilmente comprenderemo quanto sia l' area dell' acqua in qualunque luogo si faccia la sezione, e da diverse aree di diversi segamenti, si raccoglieranno diverse velocità ne' medesimi luoghi. Tutto questo mio pensiero sicuramente credo, che sarà ricevuto in buona parte da quell' uomo eccellentissimo.*

Adunque dalle apportate osservazioni del signor Papino chiaramente si conosce, che noi disconveghiamo in questo, che egli pretende, che sia falsa la mia proposizione, colla quale stabilisco, che *l' acqua che corre per qualche sezione d' un canale inclinato, abbia la medesima velocità, che avrebbe se corresse da un vaso per un' apertura simile, ed eguale alla sezione, altrettanto remota dalla superficie*

*dell' acqua, quanto la sezione dalla linea orizzontale tirata per lo capo dell' alveo*. Al contrario poi esser vera la sua asserzione nella quale dice: *l' acqua corrente per un tubo uniforme sempre pieno, ed aperto dall' una, e l' altra parte muoversi colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un buco simile, ed eguale al diametro del tubo, altrettanto remoto dalla superficie dell' acqua, quanto l' apertura inferiore, o sia segamento del tubo dalla linea orizzontale tirata per la sommità del tubo*. E per levare ogni occasione di contradizione dimostrerò in primo luogo, che la proposizione del signor Papino poteva stare colla mia, essendo differenti le supposizioni dell' uno, e dell' altro, e secondariamente farò palese l' errore, e la falsità della detta proposizione; in terzo luogo renderò manifesta la vera proporzione della velocità nel tubo, alla velocità di qualunque sezione nel fondo del vaso, senza aver per altro riguardo alla similitudine, e dissimilitudine della sezione del tubo, e dell' apertura inferiore del vaso, non potendo questa in alcuna maniera variare la proporzione della velocità.

Primieramente suppone l' insigne Papino, che (n. 1.) l' acqua pel tubo FE corra in tal maniera, che riempia sempre la di lui cavità, dal che per via del corol. 2. prop. 5. lib. 1. della mia misura dell' acque correnti si deduce esser equabile la velocità dell' acqua pel tubo. Ma siccome l' acqua instigata solamente dalla sua natural gravità, va all' ingiù con moto accelerato, è evidente, che l' equabile velocità del tubo nell' acqua differisce necessariamente dalla natura, e conseguentemente è supposta tale proposizione dal signor Papino, ma non già da me nel mio trattato, perchè la suppongo libera, e sciolta da tutti gli impedimenti, come apertamente accennai nella prima definizione del libro primo, ed è tale. *Per nome d' acqua corrente intendo quella, che a cagione solamente della propria gravità passa per i letti de' fiumi, o de' canali, e pende verso il centro de' gravi*, e nel primo assioma escludo gli impedimenti *del contatto, unione, e tutti gli altri esterni*. Se la proposizione adunque del signor Papino suppone alterato il momento dell' accelerazione, e la mia, libero; è manifesto, che non sono contrarie tra di loro, e che possono essere l' una, e l' altra vera in diverse proporzioni. Ma (n. 8.) conosce egli ancora la disparità de' casi, perciò non mi tratterrò più lungamente in questo, ma passerò ad esaminare la dimostrazione della stessa proposizione.

Supplico l' erudito oppositore a ricevere in buona parte i miei dubbi, i quali riporrò qui, acciocchè, se qualcheduno sostenesse mordacemente, l' asserita grandissima convenienza al (n. 9.) dedotta dalla natura de' fluidi tra l' una, e l' altra proposizione, conosca che non essendo abbastanza dimostrata l' opinione del signor Papino, nulla

questa può nuocere alla mia dimostrazione. Non perciò nego, che l'acqua (n. 3.) discenda con equabile velocità per lo tubo EF sempre pieno, imperocchè questo medesimo poco fa l'ho dimostrato; ma soggiungo bene, che ciò accade per la resistenza dell'aria verso l'orificio E, e nella medesima maniera, che s'alza il flusso dell'acqua ne' sifoni attraenti di due braccia, se essi sono eguali; perchè essendo disuguali si fa il corso più veloce per lo braccio, che attrae, se esso è più lungo dell'altro, restando per altro sempre piena la di lui cavità per diverse circostanze. Conforme io provo (n. 4.), *che l'acqua escita dall'apertura E, se continuerà a muoversi orizzontalmente colla velocità acquistata in tempo eguale nel suo discendere, passerà altrettanto spazio, quanto ne passò discendendo*. Non provo già (n. 5.) *che continui a muoversi colla velocità acquistata nel discendere*. Mentre supponendosi, che l'acqua si muova uniformemente nel tubo EF, non si farà mai alcun accrescimento di velocità, ma in F riterrà quella, che aveva in E, e la medesima conserverà ancora, se si moverà orizzontalmente. Dopo questo, (n. 6.) soggiunse. *Il Galileo ha dimostrato, che i gravi colla velocità acquistata nel discendere in tempo eguale devono correre orizzontalmente il doppio dello spazio che hanno passato discendendo, adunque la velocità dell'acqua per E ec.* Qui sì che dimanderei volentieri al sig. Papino per qual ragione mi porti le proposizioni del Galileo, parlando del moto de' fluidi, quando mi oppone (n. 7.) che *i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo ne' gravi che discendono,* e più a basso (n. 12.) dice che io *ho sbagliato per aver creduto doversi discorrere nella medesima maniera de' fluidi discendenti, che dei gravi supposti dal Galileo*. Imperciocchè, se si ha da discorrere diversamente de' fluidi gravi, e de' solidi, che discendono, e se i fluidi non seguitano sempre le leggi de' solidi, che vanno all'ingiù, mal fa egli a servirsi delle proposizioni del Galileo per sostenere la sua dimostrazione, la quale secondo il suo istesso parere sarà di niun momento, se prima non dimostrerà, che questa conviene colle leggi de' fluidi, cosa difficile da farsi, quando (come egli stesso suppone) queste leggi dell'accelerazione si adempiscono perfettamente nella discesa de' gravi liberi, e non in quella de' gravi imbrogliati, ed incalzati. Ma con tutto ciò concediamo, che si possano applicare le proposizioni del Galileo a qualunque sorta de' gravi, che liberamente cadono; siccome poi dimostrerò, che veramente si può fare, senza errore alcuno, purchè si osservino le supposizioni, e gli stessi termini. So che il Galileo ha dimostrato la sopraddetta proposizione *nel scol. della prop.* 23. *Del moto accel.* Ma il sentimento è che se il grave con velocità accelerata casca da A in B (*fig* 10. *tav.* 3.), così che in B abbia la maggiore velocità, e da B mantenendo lo stesso grado

di velocità si muova uniformemente per BC, lo spazio BC passato in tempo eguale alla discesa sarà doppio di quella, e questo perchè nella prima proposizione dimostra, che la velocità massima acquistata in B è doppia della velocità, che avrebbe avuto il mobile, se movendosi da A gli fosse convenuto passare tutto quello spazio con moto uniforme nello stesso tempo, che viene corso da uno, che si muove di moto accelerato. Come poi si possa applicare questa proposizione al caso, del quale presentemente si discorre, io non lo so, e forse non vi sarà alcuno che lo sappia. Imperocchè acciò potesse aver luogo bisognerebbe dimostrare, che il moto per FE è accelerato come suppone il Galileo, cosa contraria affatto al supposto della proposizione che ricerca il moto equabile, ed allora poi si sarebbe potuto argomentare, che la velocità in E, o G (*fig.* 8. *tav.* 3.) è doppia di quella velocità, colla quale l'acqua da F in E sarebbe calata uniformemente *nel medesimo tempo*, che si consumerebbe, se con moto accelerato da F discendesse in E: ma se questa celerità uniforme sia poi la stessa velocità E, ha seco la medesima difficoltà, che la proposizione, la quale si pensa di dimostrare, imperciocchè non basta, che il moto sia uniforme per tutto il tubo FE, acciò sia fatto in egual tempo del moto accelerato da F in E, altrimenti, come da se è manifesto, non si distinguerebbero i diversi gradi di velocità, tra diverse velocità uniformi. Laonde il primo errore in questa dimostrazione è, che il letterato Autore suppone il moto dell'acqua pel tubo FE uniforme, ed insiememente accelerato, il che è impossibile, il secondo, che suppone quello che si ha da provare, cioè che il grado della velocità equabile per FE è suddnplo del grado massimo in E acquistato coll'accelerazione, o perchè non ha distinti i gradi de' moti equabili, come sarebbe stato necessario.

Ma per rendere la pariglia al gentilissimo, e cordialissimo Censore mi sia lecito di avvertire: che la sua proposizione ne' termini, ne' quali è portata, non aggiuntavi altra condizione è impossibile, mentre pretende (n. 2.) che la sommità del tubo F si trovi nello stesso piano della superficie dell'acqua, e che il tubo FE sia sempre pieno, le quali cose non possono star insieme, perchè l'aria, deprimendo la superficie dell'acqua in F, necessariamente subentrerà nel tubo, non potendo un sottilissimo velo dell'acqua, o sia quasi punto acqueo resistere alla pressione dell'aria in F, e perciò il tubo non potrà sempre essere pieno d'acqua, come si suppone. Al contrario poi, volendosi salvare la supposizione del tubo pieno, bisognerà abbassare l'apertura F sotto la superficie dell'acqua, e così (n. 2.) *le orizzontali tirate per la sommità del tubo, non saranno nella superfice dell'acqua,* come viene supposto per determinare la velocità in E. Nè si può rispondere essere la proposizione astratta, e per così

dire dimostrabile nel vacuo, come si suole fare da' matematici; perchè supponendosi il tubo sempre pieno, questo non si può ottenere senza l' impedimento dell' aria in E, la quale o per l' ampiezza del tubo, o per qualche altra cagione potendo nell' istesso penetrare, va subito per terra la supposta pienezza del tubo, e conseguentemente l' uniformità del moto. Nè pure si può prescindere da quest' aria in F., e ammetterla in E, perchè il moto non sarebbe all' ingiù da F in E, ma all' insù da E in F, e se poi si prescindesse in E, e si ammettesse l' aria solamente in F, per doppia ragione allora si torrebbe al tubo la supposta pienezza, tanto per lo levato impedimento all' apertura E, quanto anche a ragione di una più forte pressione dalla parte F, come chiaramente si conosce dalle leggi idrostatiche, ed aereostatiche.

Si potrebbe per altro evitare la predetta impossibilità, e supplire al mancamento con l' aggiunta d' una condizione, la quale forse è stata a bella posta tralasciata, cioè che il vaso ABCD nella parte superiore sia turato nello stesso piano dell' acqua da una laminetta AD, e perchè in questo modo non s' impedisca il flusso dell' acqua, vi sia sempre la necessaria quantità sufficiente a mantenerlo, si potrebbe conservare il vaso sempre pieno da qualche fistola QRS, che fosse congiunta lateralmente, e comunicasse con esso, aperta nella parte superiore, e nello stesso piano AD, avvertendo però di tenerla sempre piena nel tempo, che segue il flusso per FE,

Solamente è adunque noto, che nella proposizione si chieggono alcune cose superflue, pretendendosi l' orificio G simile, ed eguale al diametro del tubo (meglio alla sezione, che passasse per l' asse del tubo) ancorchè la velocità non dipenda dalla grandezza della sezione G, o del buco E; ma dall' altezza dell' acqua, la quale restando la medesima, la velocità anche rimane l' istessa in qualsivoglia punto dell' apertura G o maggiore, o minore che sia, purchè ei sia orizzontale, come si dee supporre. S' inganna adunque malamente il sig. Papino, quando crede di avere dimostrata la sua proposizione, e d' avere abbattuta la mia, che col Galileo suppone il moto dell' acqua come grave, essere accelerato, ed essere accelerato colla stessa proporzione, che dimostra quel grand' uomo.

Ma per rimuovere tutti i dubbi dimostrerò, che la velocità E è eguale alla velocità G, benchè il cannello EF sia sempre pieno, come dal sig. Papino si suppone: e da questo conosceremo la mirabile costanza della natura, la quale essendo sempre uniforme, opera anche sempre secondo le medesime già stabilite leggi. Ma avanti di proporre la predetta dimostrazione.

Suppongo in primo luogo quello, che da nessuno può esser negato, cioè che l' aria egualmente prema nell' uno, e nell' altro orifizio

FE, perchè la differenza, che v' è tra l' altezza dell' aria sopra F, e sopra E, è tanto piccola, che da' matematici in casi di questa sorta, è giustamente disprezzata; ma pure se vi sarà ancora qualcheduno, che ne voglia far conto, dalla mia dimostrazione facilmente ne avrà il modo di poterla computare.

Secondariamente suppongo, che la pressione dell' aria è limitata, e che a questa ancora nella bilancia naturale, volendoci noi servire della frase del celebre Sinclario, o nel barometro Torricelliano, vi si trova l' equivalente negli altri corpi fluidi, cioè nel mercurio, acqua, olio, spirito di vino ec. i quali tutti conforme la loro specifica gravità, si equilibrano ad una certa altezza col peso dell' aria; dall' esperienze essendo noi stati ammaestrati, che tutto il peso dell' aria viene equilibrato da 33. piedi d' acqua, che vengono sollevati a quell' altezza nel tubo del famoso Torricelli.

In terzo luogo finalmente suppongo, che il moto si faccia dalla potenza, e che venga impedito dalla resistenza, senza fare alcuna differenza, tra le potenze che procedono da diversi corpi, e perciò qualunque sia il corpo che muove, e resiste non si varia il moto, e in vece d' uno si può sostituire un altro corpo, purchè omologamente in essi sieno le potenze, e resistenze eguali, come spessissimo si fa da' meccanici, i quali considerano la potenza in se, ma non già il corpo, che ha tal potenza.

Ma già come si propose, portiamo la nostra dimostrazione; e perchè l' aria preme contro l' orifizio E, (*fig.* 8. *tav.* 3.) s' intenda il cannello FE rivolto verso C, dipoi allungato sino in N all' insù, talchè l' altezza dell' orifizio N sopra a E, sia tanta, che il cannello GN, di diametro eguale ad FE, possa capire tant' acqua, quanta serve ad equilibrare tutta la pressione dell' aria, cioè piedi 33. e si supponga, che sopra N sia tolta ogni pressione d' aria. Similmente prolunghisi il cannello RS in I, e l' altezza SI sia eguale all' altezza del cannello GN, di maniera che possa contenere tant' acqua, quanta basta a premere la superficie dell' acqua G, con egual momento alla pressione di tutta l' altezza dell' aria, supponendo, che sopra I non vi sia aria, come si è supposto di sopra. S' intendano i lati del vaso ABCD, essere prolungati alla predetta altezza alti, acciocchè possano mantenere l' acqua all' istessa altezza, che è in CN, ò SI; dopo questo il vaso ABCD, ed i cannelli ISRQ, ECN, si suppongano ripieni d' acqua, è manifesto da quello, che hanno detto di sopra, che essendo stato sostituito al peso dell' aria in S, un egual peso del cilindro d' acqua IS, ed al peso dell' aria in E, un altro eguale del cilindro d' acqua NE, il moto, o la velocità dell' acqua resterà la medesima di prima: e se il cannello IS si conserverà sempre pieno, il moto ancora nel medesimo cannello FE continuerà ad essere lo stesso. Laonde

supponendosi il cannello ECN uniforme al tubo FE, dalle cose già dimostrate ne segue, che la medesima velocità, che è in FE sia ancora in GN, e nel passare per l' apertura N. Esce adunque l' acqua colla medesima velocità da N, che da E, benchè si tolga via il cannello ECN; e perciò se si tirerà per N una linea orizzontale, che seghi il cannello SI nel punto M, manifesta cosa è, che l' acqua caderà da H colla stessa velocità, che caderebbe da I in M, secondo ciò che ho dimostrato *nella prima proposizione del libro secondo della misura dell' acque correnti*. Ma anche IM è eguale alla PG, (perchè essendo SI, CN eguali, i residui IM, LC dovranno rimanere eguali, ma LC è eguale a PG, adunque ancora IM sarà uguale a PG) e però l' acqua escirà da N, o pure da E con quella velocità, che avrebbe avuta, se fosse discesa da P in G; ma la velocità in G, è ancora la medesima di quella, che avrebbe un corpo, che si movesse da P in G, adunque la velocità in E è uguale alla velocità in G, il che si doveva dimostrare.

Perciò consideri il mio dottissimo oppositore come anco in questo caso sia vera la mia proposizione, che *l' acqua corrente per qualche sezione d' un canale inclinato abbia la medesima velocità, che avrebbe, se uscisse da un vaso per un' apertura simile, ed eguale alla sezione, altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto la sezione è dalla linea orizzontale tirata per lo principio dell' alveo;* ogni qual volta però s' intenda della sezione inferiore del cannello E, imperocchè se s' intenda delle sezioni F, N, O, allora veramente non si potrà verificare la mia proposizione, ma come appresso si vedrà le velocità in F, N, O sono violente; essendo dirette dalla velocità dell' orifizio E, che solamente è naturale.

Ma è di non poca maraviglia l' osservare, in che modo convenga l' istessa esperienza colla dimostrazione. Ne' giorni scorsi per indagare meglio la verità, e la forza della proposta dimostrazione, pigliai un vaso di legno ABC, ed adattai ad un buco come sarebbe in E, il cannello uniforme di vetro inclinato come FE, incollando ogni fessura diligentemente, e riempito il vaso d' acqua, tanto che la sommità del cannello E fosse nello stesso piano della superficie dell' acqua, e subito aperto l' orifizio E, che prima io aveva turato col dito, e ponendovi via via dell' acqua, acciocchè la superficie di essa rimanesse alla medesima altezza della linea orizzontale, scappò l' acqua per lo cannello FE, ma in tal maniera che l' aria subentrando dalla parte F, il cannello non gettava stando pieno, come di sopra ho fatto avvertire. Per tanto tagliai un tantino il tubo nella parte superiore H, acciocchè l' orifizio superiore fosse sommerso circa un grosso dito sotto la superficie dell' acqua, pure vi penetrò l' aria di sopra, ed il cannello restò in qualche parte voto. Finalmente tagliato il cannello circa

due dita sotto, gettò stando pieno, e raccolta l' acqua che passò in un certo tempo, fu pesata, e fu trovata sempre nella stessa quantità di quella, che in qualunque tempo uguale uscì dall' orifizio E; avendo sempre più sminuito il tubo, sinchè vi rimase il puro orifizio E: segno chiaro, ed evidente, che sempre fu per l' appunto la medesima velocità dell' acqua, che passò per E colla maggiore, minore, ed anco con niuna lunghezza del tubo EF, come colla mia dimostrazione io aveva accennato.

Ma per ora voglio trattenermi un poco in fisica, e indagare la cagione della maggiore velocità in O, ed N, di quel che possa essere impressa dall' altezza della soprastante aria, imperocchè a prima vista pare un paradosso, che la velocità dell' orifizio E, come per via di una attrazione, o di virtù magnetica regga le velocità superiori. Per la qual cosa considero, che l' acqua contenuta dentro il cannello FE, è sospinta dalla pressione dell' aria da ambedue le parti, e come continuamente trattenuta, e di qui ne segue, che il cannello si conserva pieno; ma anche perchè l' acqua del cannello FE gravita secondo la sua altezza v. g. PG, ne nasce, che la pressione fatta ad E, per via della direzione FE, sia composta dalla pressione di tutta l' aria, o pure dall' equivalente di una mole d' acqua alta 33. piedi, e di più dall' altezza dell' acqua, che si trova nel vaso PG, adunque questa pressione sarà molto più potente, che la pressione fatta in E per la direzione TE, o CE, la quale equivale alla sola pressione dell' aria, cioè dell' acqua alta 33. piedi. Laonde se non fosse d' impedimento la pressione dell' aria ad E, è chiaro che la velocità in E sarebbe quella, che è propria dell' acqua che discende dall' altezza di 33. piedi accresciuta dall' altezza PG, e che la medesima velocità potrebbe essere impressa dalla sola altezza dell' aria superiore in qualunque sezione del tubo FE; ma perchè l' aria resiste in E, così si vanno contemperando a vicenda questi momenti, che equilibrate dall' una, e l' altra parte ad F, e ad E queste contrarie eguali forze dell' aria, si ha in E quella velocità, che è propria solamente dell' altezza dell' acqua PG. Avendo adunque l' acqua, per via della pressione PG, in E una velocità di escire competente alla sua pressione, e questa in tutte le sue parti, ed avendone poi in V una minore a cagione della minor pressione, di qui ne segue, che essendo uguali gli segamenti, e disuguali le velocità, l' acqua E debbe allontanarsi dall' acqua V, imperocchè si scarica per E più acqua, di quella che possa ricevere la sezione V; con la velocità conveniente alla sua pressione, adunque cessa la resistenza inferiore tra E, e V, e conseguentemente la pressione dell' aria in F, per quanto le è permesso dalla resistenza in E, nel tubo FE spigne l' acqua con tutta la maggiore forza. Ma avendo noi di sopra fatto vedere, che la velocità E

non è altro, che la maggiore forza d' una pressione sopra l' altra, è manifesto, che la pressione dell' aria superiore, caccia l' acqua dentro il cannello FE, colla velocità E, propria della pressione PG, e conseguentemente che cessa ogni attrazione alla parte E, e che tutto questo negozio procede dalla sola pressione dell' aria. Da tutto questo resta provato, che il moto dell' acqua pel cannello non è puramente naturale, e dipendente dalla sola gravità, ma bensì (come sopra accennai) violento, e simile a quello, che si fa nelle trombe per forza dell' embolo; il qual moto non ho mai supposto nella mia proposizione, nella quale suppongo il moto dell' acqua *nascere dalla sola gravità, ed essere libero affatto da ogni impedimento*.

Levata in questo modo, come credo, la causa, per la quale fa opposto alla mia proposizione, adesso mi rimane solamente da rispondere alle obiezioni, la prima delle quali è (n. 7.) *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo circa i gravi che discendono*, soggiungendosi poco più giù nello stesso numero: *mi pare adunque che questo insigne Autore abbia errato per aver creduto, che si dovesse discorrere nella medesima maniera de' fluidi discendenti, che de' gravi supposti dal Galileo*.

La seconda obiezione è quando (n. 9.) dice, che benchè vi sia qualche poco di differenza tra' supposti della mia, e sua proposizione, *vi rimane ad ogni modo una assai grande convenienza proveniente dalla natura de' fluidi, talchè l' opinione del sig. Guglielmini apparisce non avere sussistenza*, e ne rende la ragione.

La terza difficoltà è quando (n. 10.) dice, *che sempre variamente le parti superiori nel cannello vengono agitate secondo la diversa velocità delle parti inferiori, e la cosa diversamente cammina ne' gravi, de' quali trattò il Galileo*.

In quarto luogo prova (n. 11.) la sua asserzione con una particolare dimostrazione con queste parole: *ed acciocchè questo più chiaramente s' intenda, consideriamo la figura nove, dove* AB *si suppone essere il fondo del canale, ec.* quasi sino alla fine.

In quinto luogo dice (n. 13.) che a me *resta solo il cercare, quale sia la linea* EG (*fig.* 9. *tav.* 3.) *secondo la quale la superficie dell' acqua corrente nel canale si dee inclinare, imperocchè da qui si conoscerà quanta sia l' aria, in qualunque luogo si faccia la sezione, e dalle diverse aree delle sezioni, si raccoglieranno ancora diverse velocità ne' medesimi luoghi*.

Debbo io dunque soddisfare al sig. Papino, circa le proposte difficoltà, acciocchè egli approvi le mie dimostrazioni. Per tanto nella prima difficoltà, mi pare, che si cerchino due cose, una è se i fluidi che discendono, nella loro discesa accelerino il moto: l' altra se posta questa accelerazione nella discesa dell' acqua, vengano osservate le

leggi, che si credono dall' oppositore dimostrate dal Galileo per la sola discesa de' solidi.

Il primo dubbio resta sciolto dall' osservazione della natura, imperocchè l' acqua andando verso il centro colla sua naturale e libera gravità, acquista sempre maggiori gradi di velocità, come si può vedere ne' canali, che sono molto inclinati, ne' quali le sezioni inferiori si fanno minori delle superiori, rimovendosi però tutti gli impedimenti, come spesse volte io stesso ho osservato, ed ognuno può liberamente farne la sperienza. L' ingegnosissimo padre abate Castelli si dichiara d' avere osservato lo stesso, *nell' coroll.* 2. *alla prop.* 4. *del lib.* 2. *della misura dell' acque correnti. E fu cosa degna d' essere osservata, che crescendo l' acqua per detto canale, la sua altezza viva era diversa in diversi siti del canale, cioè sempre minore quanto più si avvicinava alla sboccatura*, e questo è lo stesso che dire, che la velocità diviene sempre maggiore, e maggiore secondo la maggiore distanza dal principio del moto, mentre corrispondono sempre le velocità reciprocamente alle sezioni, e nell' apportata esperienza all' altezze delle sezioni. Per questa ragione ancora l' acque, che liberamente cadono, come sarebbe quelle, che discendono da' tetti, come comunemente viene osservato s' assottigliano, crescendo la velocità, se le fila componenti non vengono separate dall' aria, cosa che spesse volte in una tal qual distanza suole accadere. Questo stesso può osservare il signor Papino diligentissimo sperimentatore, nel cannello proposto nella sua proposizione, dal quale benchè pieno entrando l' aria non esce più l' acqua, e ritroverà che nell' ingresso dello stesso l' acqua occupa una molto maggiore circonferenza dell' orifizio, che nell' escita dallo stesso cannello, come è accaduto a me di osservare, mentre faceva questa esperienza; ma questo fu molto prima conosciuto da' mugnaj, e da altri artefici di macchine, che sono mosse dall' acqua, facendo questi a bella posta che l' ale delle ruote si trovino sotto l' acqua, che cade da qualche luogo alto, acciocchè girino più presto, mentre per esperienza sanno, che questo più veloce moto difficilmente si potrebbe ottenere dalla sola gravità dell' acqua, ovvero anche dalla caduta di quella da piccola altezza. A questo si aggiunge la curvità degli spilli, o sieno orizzontali, o inclinati, la quale necessariamente dipende o da due moti, ovvero piuttosto da due principj, o direzioni di moto, de' quali moti se l' uno, e l' altro sarà equabile, la linea non potrà mai essere curva, perchè essendo nel nostro caso la discesa proporzionale al tempo per l' uniformità del moto, le linee della caduta saranno sempre proporzionali a' segmenti pigliati nella linea della direzione, v. g. orizzontale, nella quale il moto è necessariamente equabile, ed in conseguenza la linea del moto retta; come può conoscere ognuno, e specialmente il signor Papino

molto pratico delle leggi della statica. Si può aggiungere a tutte queste cose l'autorità del Torricelli, del Balliano, e del Mariotte, e di molti altri matematici famosissimi, i quali tutti non solo hanno accordato all'acqua il moto accelerato, ma di più anche le stesse leggi, che il celebre Galileo, la cui fama viverà immortale, ha generalmente dimostrate de' gravi che discendono.

Pertanto venghiamo alla seconda parte della difficoltà, quale è, se l'acqua che cade abbia la medesima proporzione d'accelerazione, che hanno gli altri gravi. Per istabilire questo bisognerebbe di nuovo rifare i principj del Galileo, ed interrogare il mio dottissimo oppositore, se anche l'acqua, *che parte dalla quiete in tempi eguali, acquista eguali momenti di velocità*, e se ha difficoltà di ammettere il postulato dello stesso Galileo da lui poi dimostrato, come si può vedere nella giunta stampata dopo la sua morte *alla proposizione seconda del moto accelerato*, cioè che i gradi di velocità della stessa acqua acquistati in diverse inclinazioni di piani, allora sieno uguali, quando sono uguali l'elevazioni de' medesimi piani; le quali cose se non rigetta, dee prima di riprovare le mie dimostrazioni, assegnarne i paralogismi colla dimostrazione del Galileo; ma al *contrario rigettandole*, o è tenuto di mettere in campo principj più evidenti d'idrostatica, ovvero con qualche forte dimostrazione fare toccare con mano la falsità di quelli del Galileo. Ma per dimostrare, che i fluidi gravi sono sottoposti alle medesime regole dell'accelerazione de' solidi, primieramente pare che non poco conferisca a ciò, che le velocità provenienti dalla pressione crescono in proporzione suddupla dell'acqua, nella medesima maniera per l'appunto, che fece vedere il Galileo circa i solidi, che cascano oppure discendono per piani inclinati. Secondariamente, che la medesima ed universale causa di gravità, e d'accelerazione in tutti i corpi discendenti (nello stesso fluido nel quale si fa il moto) qualunque essa si sia, debbe partorire proporzionatamente lo stesso effetto in tutte le parti della materia; ma circa questo coll'aiuto di Dio in un altro luogo, nel quale porrò in paragone alcuni principj statici da me ultimamente trovati co' fenomeni della natura.

Ma tra tutte l'altre ragioni, ed autorità abbia il suo luogo l'opinione dello stesso ingegnosissimo Papino, il quale nel *Suetore Rotatili, et pressore Hassiaco*, del quale ne ha data una accuratissima descrizione al publico *negli atti degli Eruditi di Lipsia l'anno* 1689. *nel mese di Giugno a pag.* 317. nel quale volendo, che si accomodi il cannello verticale al buco, dal quale con grand'impeto dee poi escire l'acqua, dice a carte 321. *Questo adunque si dovrà osservare, che la capacità de' cannelli che si cresca colla stessa proporzione, colla quale la velocità dell'acqua che sale si sminuisce, imperciocchè così seguirà, che la medesima quantità dell'acqua passi nello stesso*

*tempo*. E più di sotto mostrando il modo, col quale si debbono formare questi cannelli, conformandosi alla dottrina del dottissimo Galileo, stabilisce che in quelli i diametri di tutte le sezioni sieno riciprocamente tra loro in proporzione subquadrupla delle loro altezze, cioè delle distanze dal segno al quale l'acqua col concepito impeto può arrivare. Il che stabilito è facil cosa il dimostrare col metodo analitico, che il ritardamento dell'acqua ne' condotti verticali procede per numeri caffi verso l'unità, e che per conseguenza l'accelerazione cresce per numeri similmente caffi principiando dall'unità, o pure, che è lo stesso, che le velocità dell'acqua nel discendere sono tra loro in suddupla ragione degli spazi passati: e nel salire, degli spazi che debbono passare, come veramente non può assegnarsi altro principio per mostrare l'asserita figura de' cannelli. Dalle quali cose è chiaro, che il signor Papino non solamente ammette la medesima accelerazione tra i gravi fluidi, e solidi, ma anco le leggi, che io aveva pigliato dalla dottrina del Galileo.

Perlochè avendo io tenuto lo stesso metodo nel filosofare de' fluidi, che scendono, che il Galileo de' solidi, nessuno errore avrò fatto, per altro sono pronto a concedere al signor Papino (n. 7.) *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo de' gravi discendenti*. Ma allora solamente, quando non sono liberi nello scendere da tutti gl'impedimenti, il che senza dubbio accade ancora ne' solidi, imperocchè so anche io, che non s'accelerano i pesi eguali degli orologi, che nel discendere gli fanno muovere, siccome so, che neppure acquistano maggiore velocità l'acque, che corrono per canali curvi, e pel tubo Papiniano. Ma questa ritardazione di moto non nuoce punto alla mia dottrina, per avere io supposto nella controversa proposizione, il moto libero, aspettando di parlare del ritardamento della velocità nell'altra parte, che io aveva promesso, come poi ho fatto *nel libro quinto, e precisamente nella proposizione* 10. *e* 12. Imperocchè nel metodo da me pigliato è stato necessario prima di supporre, che l'acqua corrente per i letti de' fiumi non fosse ritardata da alcuno ostacolo; sì perchè fisicamente parlando, il caso non solamente è possibile, ma ancora frequente ne' canali, volgarmente detti regolati, e perciò se ne deve fare qualche stima; come anche, perchè se non è impossibile, almeno sarebbe una cosa molto lunga, ed imbrogliatissima il volere considerare a parte tutti gli impedimenti, come per esempio l'unione scambievole delle particelle dell'acqua: il soffregamento col fondo, e colle sponde del letto: le tortuosità facili ritrovarsi in qualunque fiume, molto più d'ogni altra cosa dannose all'accelerazione: i venti contrari al corso dell'acqua: un fiume che entra nell'altro: i pignoni alzati per sostenere le sponde, e per rompere la forza dell'acqua negli alvei

fatti a mano: la disuguaglianza delle sezioni, e simili altri impedimenti; oltre che quando anche avessi stabilito di dimostrare tutte le predette cose, e perfettamente mi fosse riescito il disegno, la fatica sarebbe stata buttata, senza prima conoscere qual fosse la velocità, che doveva essere sminuita dagl' impedimenti; cioè il grado della velocità naturale, che poi viene ritardato da' sopraddetti ostacoli. Ma finalmente mi pare in un certo modo di indovinare, che senza le precedenti cognizioni, e dimostrazioni del lib. 2. non sarei mai arrivato alla seconda proposizione del libro 4., la quale confermata dall' esperienza, è servita di fondamento alla regola generale dimostrata nella proposizione 7. dello stesso libro; dalla quale sono stato condotto, quasi per mano, a misurare qualunque sorta d'acqua, che corra con moto libero, e ritardato.

Alla seconda opposizione, cioè che non ostante la diversità dei casi, ad ogni modo vi sia tra le nostre supposizioni una certa *convenienza proveniente dalla natura dei fluidi*; rispondo, che se l' asserita convenienza si piglia da somiglianza di fluidità, gravità specifica, e simili altre cose, certamente confesso, che dalla parte della natura de' fluidi vi è un' intera convenienza, ma questa non è al caso nostro; ma se il paragone si fa in ordine al moto, v' è tanta diversità tra le supposizioni del sig. Papino, e le mie, quanta si trova tra il moto naturale, e il violento, tra l' impedito, e il non impedito, della quale niuna se ne può pensare maggiore, essendo affatto contraria.

Alla terza difficoltà, che ha forza d' argomento per provare la proposizione soprapposta; cioè che (n. 10.) *sempre variamente si muovono nel canale le parti superiori dell' acqua secondo la diversa velocità delle parti inferiori, e che il simile non accade ne' gravi, della discesa dei quali ha trattato il Galileo*: di nuovo rispondo, che se è vero, come evidentemente ho di sopra dimostrato, che i fluidi non impediti accelerano il moto nella loro discesa, non vedo per quale ragione possa farsi che le parti antecedenti, avendo maggiore velocità, possano ritardare le seguenti, che si muovono con minore velocità; imperocchè siccome se due globi di mole, e di peso uguali scendessero per un piano inclinato AD (*fig.* 11. *tav.* 3.) o per la perpendicolare AE, tal che uno immediatamente dopo l' altro cominciasse a muoversi dallo stesso principio A, e continuasse liberamente per AD, o per AE, il globo C in nessuna maniera potrebbe impedire la discesa del globo B; imperciocchè l' impedimento al moto non si può avere, se non da qualche corpo, che stia fermo, ovvero a guisa di fermo, e che riceva l' impeto dell' altro corpo mobile, come sarebbe, quando un corpo si muove di moto contrario all' altro, o pure di moto minore, ancorchè colla stessa direzione, ma non mai questo può accadere, quando il moto nella stessa direzione è maggiore,

perchè allora non può ricevere l'impeto del corpo, che lo segue; ma nel nostro caso il globo C fugge con altrettanta velocità, con quanta viene seguitato dal globo B; adunque sarà impossibile che B possa comunicare qualche parte anche minima del suo moto al globo C, e per conseguenza che C sia impedito dal globo B; e così applicando questa dottrina alle parti dinanzi, e di dietro, o di sopra, o di sotto dell'acqua, sarà impossibile, che le parti inferiori dell'acqua, purchè sieno trattenute nel suo corso, possano cagionare diversità di moto nelle superiori, come precipitosamente, e senza badare alle mie supposizioni viene asserito dal sig. Papino. Che se poi egli mi opporrà gl'impedimenti del fondo, delle sponde, della tortuosità dell'alveo, della viscosità della stessa acqua, o finalmente di altri corpi, che resistono al suo libero corso, di nuovo mi converrà rispondere, che le mie dimostrazioni, secondo il costume de' matematici, prescindono da tutte queste cose, ed altre simili, come anche di sopra ho già accennato. Imperciocchè non mi sono proposto di considerare queste alterazioni accidentali ad una, ad una, *ma solamente di considerare i canali col prescindere da ogni impedimento per dedurne da ciò certe leggi naturali, colle quali potessi arrivare ad altre cognizioni*, come chiarissimamente mi sono spiegato nella Prefazione. Del rimanente, se poi il sig. Papino, per la misura pratica dell'acque, cerca il calcolo degli impedimenti, legga la prop. 7. del lib. 4. e il suo coroll. e le citate proposizioni 10. e 11. del lib. 5. nelle quali vedrà considerati gl'impedimenti, che ritardano la velocità de' fiumi; ed insieme vi troverà una regola universale per la misura, sì della perduta, come della rimanente velocità.

Ma nella quarta difficoltà anche fa qualche forza contro la mia opinione provando colla figura 9., che l'acqua che dal canale AB esce per E, non iscende per lo piano EH, ma per un altro molto più inclinato, come ne segue dalla mia seconda proposizione, che egli impugna, ed io stesso nel coroll. 5. della stessa prop. ho espressamente affermato. Al che soggiugnendo egli, che secondo la dottrina del Galileo doveva io tirare la linea EH paralella al fondo del canale; io non posso approvare questa sua proposizione, e credo, che non sarà approvata da matematico veruno; imperciocchè la dottrina del Galileo è, che s'accelerano i gravi nello scendere, cosa, che non accaderebbe, se l'acqua nel suo corso per lo canale AB descrivesse colla sua superficie una linea paralella al fondo, mercè che essendo chiaro, che nello stesso canale sempre uniforme, le sezioni sono reciproche alle velocità, come il mio oppositore piglia a dimostrare in questa sua proposizione, ed anche si deduce dalla proposizione 3. del lib. primo ne viene di conseguenza, supposta la stessa larghezza in tutte le sezioni, che le velocità sono reciproche all'altezze: ma

supponendosi essere paralella la superficie dell'acqua al fondo del canale, tutte l'altezze delle sezioni saranno uguali, adunque ancora saranno uguali tutte le velocità delle sezioni, onde l'acqua non si muoverà di moto accelerato, come da noi è stato dimostrato, e per la dottrina del gran Galileo viene supposto: si oppone adunque apertamente alla sentenza del Galileo la proposizione del signor Papino, il quale pretende che la linea della superficie dell'acqua si tiri paralella al fondo del canale, ma non già la mia, nella quale pretendo dimostrare, che tanto più si inclina la linea al fondo, quanto maggiore è l'allontanamento del canale dal suo principio. Del resto concordiamo nell'affermare che la declività della linea EC *non è eguale per tutta la lunghezza del canale, ma quanto più c'accostiamo al principio, tanto maggiore è l'aumento della velocità in una data lunghezza del canale,* imperciocchè questo stesso io ho asserito nel corollario della proposizione quarta del libro secondo, come una cosa, che necessariamente ne veniva in conseguenza non solamente dalle mie proposizioni, ma ancora dalla dottrina del Galileo.

Finalmente alla quinta difficoltà rispondo, che se non mi resta altro da cercare, se non *quale sia la linea* EG, *secondo la quale si dee accomodare la superficie dell'acqua, mentre corre per lo canale inclinato;* mi posso rallegrare d'avere fatto tutto quello che doveva: imperciocchè nelle prop. 7. 8. 9. ho abbondantemente discorso di simile sorta di linee, e ho dimostrato il metodo, col quale da certe linee date, se ne possano descrivere, e ritrovare dell'altre curve nella stessa maniera, tal che dato qualunque sito di un canale, possiamo sicuramente investigare l'altezza delle sezioni.

Queste sono le cose, Illustrissimo Signore, che ho stimate opportune d'apportare all'opposizioni dell'eruditissimo sig. Papino, e per istabilire maggiormente la mia proposizione: ora tocca a voi giudicare se posso ottenere il mio intento appresso gli uomini letterati; perchè a me pare di non avere tralasciata cosa alcuna, che potesse essere necessaria, benchè avessi potuto inserirvi molte cose di più, le quali ho tralasciato, perchè essendo di poca considerazione, mi sono vergognato di proporle al vostro gran talento. Vi scongiuro, con tutto ciò, quanto so, e posso a supplire colla vostra gran dottrina a quanto io ho mancato, imperciocchè non per altra causa ho stabilito di mandare a voi questa lettera, se non perchè passando per le vostre mani, la vostra erudizione le conciliasse maggiore stima, come anche perchè non paia, che io faccia poco conto del mio dottissimo avversario, che grandemente stimo.

Conservatemi in vostra grazia, e procurate di mantenervi sano per utile, e decoro della repubblica letteraria.

*Bologna li 24. Dicembre 1691.*

# LETTTERA SECONDA IDROSTATICA

*SCRITTA*

## DA DOMENICO GUGLIELMINI

ALL' ILLUSTRISSIMO ED ERUDITISSIMO

## SIGNOR ANTONIO MAGLIABECHI

BIBLIOTECARIO DEL SERENISSIMO GRAN DUCA DI TOSCANA.

---

La controversia, che è insorta tra l'eruditissimo signore Papino, e me circa alcune materie appartenenti all' idraulica, della quale da voi con tre gentilissime lettere qualche mese avanti ne era stato avvisato, m'ha stimolato, e m'ha posto nelle mani i fondamenti di cercare il metodo per determinare la velocità dell'acqua, o d'altro fluido, che esce dalle trombe; dopo avere nell'altra mia lettera scritta al signore Leibnitzio sostenuto abbastanza, almeno per quanto mi permettevano le mie deboli forze, l'attaccata dimostrazione: ed avendo a caso comprati gli atti di Lipsia dell'anno 1690. venuti di fresco in questa città, accidentalmente nel mese di Maggio a carte 223. mi venne osservato l'esame, che fa il signore Papino del sifone Virtembergese ritrovato dal dottissimo signore Reiselio, nel quale esame cercando il sopraddetto Autore la quantità dell'acqua, che esce dal braccio, che porta fuora, del sifone, pose quella proposizione, dalla quale ne nacquero poi tutte le opposizioni contro il mio sistema della misura dell'acque; ma già avendo dimostrato nell'altra lettera, che questa proposizione, come è dimostrata dal signore Papino, non è troppo vera, anzi avendo io posto in chiaro, con quali principj, e con quale proporzione si può verificare, ora ho stimato ben fatto l'adornare, per quanto è possibile questa parte d'idrostatica, o sia Idraulica fin adesso non toccata da altri. Tutto quello che ho operato in questi pochi giorni ho risoluto di comunicarlo a voi, che siete pel vostro grande, e profondo sapere il decoro della nostra Italia, e questo tanto più volentieri debbo fare, quanto più considero che mi sono risoluto a scrivere in questa materia a vostra persuasione.

Quello adunque, che mi sono prefisso di cercare, è in qual modo si abbia a determinare la velocità dell'acqua nelle trombe, e per

fondamento di questa mia ricerca suppongo alcune proposizioni idrostatiche, o da se note, o confermate dall' esperienze, e dimostrazioni d' altri autori, e la prima sia questa.

I. I fluidi della stessa specie, o sia gravità specifica si equilibrano secondo l' altezza senza avere riguardo veruno all' ampiezza, o sia larghezza. Come se il vaso per esempio ABCD (*fig* 12. *tav.* 3.) fosse unito e comunicasse col cannello DEF, qualunque sorta di liquore equilibrerebbe tanto nel vaso, quanto nel cannello, alla stessa orizzontale ABF, o GH, senza distinzione alcuna, non ostante l' inegualità de' diametri AB, IF, purchè il cannello EF non sia piccolissimo, imperciocchè allora l' acqua in quello si alzerà un poco sopra l' orizzontale AB; ma se l' acqua sarà più alta o nel vaso, o nel cannello, e questo si spezzi per esempio in H, l' acqua escirà da H, per non essere il cannello lungo a sufficienza da poter contenere tanta acqua in equilibrio.

II. Le parti compresse del fluido esercitano la loro forza indifferentemente verso qualunque luogo, ma l' effetto non si vede se non verso quella parte, dove la resistenza è poco, o nulla.

III. I fluidi di diversa gravità specifica, *allora si equilibrano*, quando le loro altezze sono in reciproca proporzione delle gravità specifiche, ovvero al contrario, come se nel vaso ABCD vi fosse l' acqua, e nel cannello EF l' olio, non si farà l' equilibrio se non quando l' olio nel cannello EF avrà tanta maggiore altezza dell' acqua, che è contenuta dal vaso ABCD, quanto maggiore è la gravità *dell' acqua* della gravità specifica dell' olio, dal che ne segue:

IV. Che l' aria si equilibra in tal maniera coll' acqua, che circa piedi 33. di questa equiponderano alla gravità di tutta l' aria, e perciò l' acqua ne' sifoni, se non è impedita, si alza sino a questa altezza, e non più.

V. Anzi al contrario l' aria adopra tutta la sua forza nell' aperture de' cannelli pieni d' acqua, che se la pressione fatta dall' acqua, o pure la velocità della stessa acqua nel cannello, dal quale *esce*, sarà maggiore della velocità impressale dalla forza dell' aria, scenderà, se minore salirà, se eguale rimarrà sospesa nel suo stato senza muoversi.

Considerate queste cose ne vengono le seguenti.

I. *Che ne' sifoni di braccia eguali ripieni d' acqua, l' altezza de' quali sia minore di piedi* 33. *non seguirà alcun flusso, ma il fluido resterà sospeso, ma se l' altezza sarà maggiore di piedi* 33. *l' acqua escirà dall' una, e l' altra parte, sino che sarà arrivata alla detta misura*. Imperciocchè sieno nel sifone ABC (*fig.* 13. *tav.* 3.) le braccia AB, BC eguali, cioè gli orifizi A, e termínino nella stessa orizzontale AF, ovvero l' una, e l' altra parte abbia la medesima altezza

BD; l'orifizio C sia immerso nel fluido EH, e tutto il sifone ABC sia pieno d'acqua, dico che benchè l'orifizio A penda liberamente in aria, con tutto ciò non escirà da esso parte alcuna del fluido, purchè le braccia AB, BC sieno minori di piedi 33. perchè essendo maggiori dico, che l'acqua discenderà da tutti due gli orifizi A, C, sino che l'altezza di quella in ambe le parti si riduca a piedi 33.

Imperciocchè essendo che l'aria preme in tutti due gli orifizi A, C del sifone con tutta la sua altezza, o come piace ad altri colla forza elastica, e tutta la pressione dell'aria viene equilibrata dall'altezza di piedi 33. d'acqua, se si leva la pressione dell'aria in C, e storto all'insù il tubo CI si sostituiscano in esso piedi 33. d'acqua, o pure più precisamente, quanto basta per equilibrio dell'aria, seguiranno li medesimi effetti di prima, imperciocchè non si muta la forza dell'acqua BC, e alla resistenza dell'aria si sostituisce un'eguale resistenza d'acqua. Per la medesima ragione, se in vece della pressione, ovvero resistenza dell'aria in A, si sostituirà nell'altra parte del sifone, similmente storto all'insù un'eguale altezza d'acqua AM, l'acqua conserverà la prima quiete, o pure il moto primo; ma nel sifone ICBAM si ha la quiete a cagione dell'equilibrio fatto nella stessa orizzontale IM, adunque ancora si avrà la quiete nel sifone ABC di parti eguali, e per questo l'acqua non uscirà da A, purchè l'altezza BD sia minore di piedi 33.

Ma se BD è maggiore di piedi 33. e l'eccesso è NB, tirata per N l'orizzontale ONP, è manifesto, che l'acqua OA, o pure PC equilibra la pressione dell'atmosfera; per lo che s'intendono tronchi i tubi OM, PI, acciocchè l'acqua non acquisti in essi maggiore altezza di quella, che equipondera alla pressione dell'atmosfera; e perchè l'acqua BA ha maggiore altezza, che la OA, preponderera la BA, e nel discendere spingerà all'insù la OA, e perciò l'acqua escirà da O sin tanto che la sua superficie sarà abbassata alla medesima orizzontale OP. Nello stesso modo l'acqua della parte BC si abbasserà alla stessa orizzontale, ma di sopra abbiamo dimostrato, che il moto, e la quiete nel sifone ABC è come in OABCP, adunque ancora nel sifone ABC l'acqua si abbasserà sino all'orizzontale OP, e conseguentemente determinato il flusso dell'acqua per A, e C, cesserà il moto, e l'acqua non correrà più, il che si doveva dimostrare.

Ma si debbe notare, che se l'acqua che esce dal sifone BC, può crescere l'altezza nel vaso FG, non discenderà in tanta quantità nel braccio BC, come nel BA, imperciocchè l'orificio del sifone s'intende sempre quella parte, che si unisce alla superficie dell'acqua, nella quale è immerso il sifone, come già a tutti è noto; e per questo coll'alzamento dell'acqua nel vaso FG sollevandosi l'orifizio del

sifone, si scorcerà la parte CB, e conseguentemente l'acqua non discenderà in tanta quantità in CB, come in AB.

Da qui si conosce, che l'equilibrio ne' cannelli di parti eguali non proviene universalmente dall'uguaglianza di peso de' fili d'acqua AB, BC, come da tutti sinora, per quanto io so, è stato creduto, ma ne' cannelli più corti dall'equilibrio del aria fatto nella maggiore altezza B; imperciocchè ogni qual volta l'eguale pressione dell'aria in A, ed in C resta interrotta, o troncata da un'eguale resistenza BA, BC, è necessario che l'altre pressioni dell'aria in B, che opera oppostamente, cioè da una parte da A in B, e dall'altra da C in B, sieno eguali, e perciò debba succedere l'equilibrio. Che se poi l'aria lasci di premere contra le parti A, allora è evidente, che l'acqua escirà da A, non ostante l'eguaglianza de' bracci, e l'eguale peso dell'acqua in essi contenuta: nel qual caso tirata l'orizzontale BR, l'acqua in B avrebbe la stessa velocità, che uscendo dal vaso, nel quale l'altezza dell'acqua fosse IR, imperciocchè l'acqua salendo da C in B per CB passa a poco a poco tutte le velocità minori, e maggiori, che sarebbero impresse dall'acqua, medianti tutte le pressioni tra C, ed R sotto l'*orizzontale IM secondo l'ordine* delle parallelle AC, OP, BR ec. e perciò in B avrà la velocità IR, cioè quella, che avrebbe se da I fosse liberamente caduta in R. Ma la velocità crescerebbe molto più, se cadesse da B in A, talchè non riempirebbe affatto il cannello AB, e la velocità in A corrisponderebbe alla velocità C, cioè all'altezza di piedi 33. d'acqua.

II. *Ne' sifoni di braccia disuguali l'acqua correrà per lo più lungo colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, che tenesse l'acqua tanto alta, quanto è la differenza de' cannelli, purchè il più lungo non sia maggiore di piedi* 33.

Si supponga, che la parte BA del sifone ABC sia prolungata in S, talchè l'altezza BV non passi piedi 33. e tutto il sifone sia pieno d'acqua, che continuamente le venga somministrata dalla conserva FG, nella quale la superficie dell'acqua ferma sia FE, dico che l'acqua escirà dall'orificio S colla stessa velocità, che escirà da un vaso, che fosse alto quanto la linea DV; differenza che passa tra la lunghezza delle braccia del sifone.

Imperciocchè rivoltato il sifone in ST, talchè l'altezza di questo braccio rivoltato sia di piedi 33. si fa manifesto dalle cose sopra dimostrate, che l'altezza dell'acqua TS farà le parti dell'aria, che preme contro l'orificio S, per lo che aggiunto il tubo ST, l'acqua non muterà il primo moto, mentre corre per lo tubo CBS. Tirata adunque da T l'orizzontale TY, l'altezza VZ sarà di piedi 33. ma ancora la DX è tale, adunque DX, e VZ saranno eguali; ma DB si è supposta minore di piedi 33. adunque il punto B sarà *sotto* Z, e

conseguentemente sotto T, per lo che l' acqua TS avrà più forza, che la BS, e perciò la resistenza dell' acqua TS si estenderà sino a B, e così la parte SB del tubo si conserverà piena: e perchè DV è la misura di quanto si abbassa l' orifizio S sotto l' orifizio C, ed è XZ, o IY la misura dell' abbassamento dell' orifizio T sotto l' altezza del cannello I, l' acqua in T scorrerà colla velocità, colla quale discenderebbe IY, essendo, XZ, e DV eguali, adunque l' acqua in T si muoverà colla velocità della discesa DV, cioè con la velocità, colla quale escirebbe da un vaso, che avesse l' altezza DV, ma per quello che si è dimostrato, l' acqua corre nel sifone CBS colla stessa velocità, che da T, adunque l' acqua escirà dall' orifizio S colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, la cui altezza fosse DV, il che si doveva dimostrare.

Da queste cose, che si sono dimostrate, ne segue in primo luogo, che le velocità ne' sifoni uniformi sono tra di loro in suddupla ragione delle differenze, che hanno le braccia de' sifoni, la qual proporzione osservano anche le quantità dell' acqua, purchè i diametri de' sifoni sieno tra loro uguali, e le sezioni simili. Se poi le sezioni saranno simili, e li diametri disuguali, allora le quantità dell' acqua avranno la ragione composta di quella, che è doppia de' diametri, e suddupla delle differenze tra le braccia de' sifoni. E più generalmente avranno la ragione composta della ragione delle sezioni, e della ragione suddupla delle dette differenze. Tutte le quali cose sono già chiaramente proposte nella dottrina generale della velocità dell' acque, che io nel primo libro dell' acque correnti dopo il Castelli ho dimostrato. Ma di più ho anche con esperienze riprovato le quantità dell' acqua; imperciocchè da un sifone, la differenza delle braccia del quale era di 714. parti, escirono 24. once d' acqua in tempo di 20. vibrazioni di un pendolo, e dallo stesso essendo la differenza delle braccia di parti 542. escirono sole once 20 $\frac{1}{2}$ d' acqua, la quale proporzione conviene assai esattamente alla suddupla delle differenze.

Ne seguita in secondo luogo, che se vogliamo investigare la determinata quantità dell' acqua, che in un certo tempo esce dal sifone, benchè questo si debba sperare più esattamente, e più facilmente dall' esperienza, ad ogni modo si potrà avere facilmente per via della nostra tavola *esposta nel sesto libro al fine del predetto trattato*. Imperciocchè trovata la differenza delle braccia sotto il nome dell' altezza ricercata dell' acqua, corrisponderà a questa nella tavola lo spazio dovuto alla velocità, il quale moltiplicato colla superficie della sezione ci darà la solidità dell' acqua, che in un minuto di tempo passa, e ce la darà in misura lineare, la quale a nostro beneplacito si potrà trasmutare in peso, o altre simili misure di liquidi. Questa misura si dee però tassare considerati gl' impedimenti, secondo la

varietà delle circostanze, e specialmente del fregamento dell' acqua colla superficie interna de' sifoni, imperciocchè dovendo questi essere molto stretti, acciocchè scorrino pieni, ne viene in conseguenza, che alle volte l' impedimento del contatto, e particolarmente ne' sifoni più lunghi, possa togliere qualche sensibile velocità, o sia accelerazione di moto all' acqua.

Fa qui a proposito l' esperienza riferita dal dottissimo sig. Mariotte nel suo libro stampato in lingua francese, e intitolato *del moto dell' acque parte* 3. *dissert.* 2. *dopo la regola per la misura degli spilli*. Imperocchè il predetto Autore ha osservato, che se al fondo di un gran vaso si applichi una cannella perpendicolare lunga, ma stretta, esce più acqua dal vaso, quando non vi è la cannella, che dal buco fatto nel fondo del detto vaso eguale all' apertura della cannella; e così dalla conserva ABCD (*fig.* 14. *tav.* 4.) alta, e larga un piede, nel fondo della quale all' apertura E era applicato un cannello EF lungo piedi 3, e nella parte E larga tre linee, e dalla parte F linee 3 $\frac{1}{2}$ benchè senza cannello, come egli scrive, dovessero escire per l' apertura E nello spazio di 60. minuti secondi 4. mezzette d' acqua, o poco meno, secondo le regole da lui date, e dalla medesima apertura col cannello FG, cioè coll' altezza d' acqua di piedi 4, quanta si suppone essere l' altezza GF, altre volte fossero escite mezzette 8 $\frac{1}{3}$, con tutto ciò dalla conserva non escì nè l' una, nè l' altra copia d' acqua, ma una quantità mezza proporzionale tra 4, e 8 $\frac{1}{3}$. Ma dopo mutato il cannello, e pigliatone uno lungo solamente due piedi, e largo 4. linee posto sotto il vaso GE, che teneva 4. dita d' altezza d' acqua, escirono misure d' acqua 12 $\frac{1}{2}$ di quelle, che levato il cannello ne sarebbero escite 8 $\frac{1}{2}$ da E; e 18, supposto il vaso allungato sino ad F, cioè alto piedi 2. e 4. dita. Di questo effetto l' Autore ne assegna la ragione col dire, che ciò accade, perchè l' acqua s' accelera nel cannello, e colla sua viscosità ne tira l' altra, che è nel vaso AC, la quale trattiene scambievolmente l' altra acqua, che discende per EF, talchè la velocità dell' acqua, che proviene da questo *acceleramento*, e ritardamento, viene ad essere *geometricamente* media proporzionale tra le velocità acquistate nelle discese, ovvero nell' altezze dell' acqua GE, GF.

Ma benchè in quest' osservazione io m' accordi coll' Autore, mi ritiro però per più cagioni dallo stabilire la regola da lui proposta, e dall' assegnare la causa da lui assegnata, primieramente, perchè se fosse vera la causa assegnata, dipendendo l' aumento della velocità, e della rispettiva diminuzione dallo stesso principio, e perciò essendo composta da un' eguale aggiunta, e scemamento, pare, che il resto della velocità dovesse piuttosto corrispondere alla media proporzionale aritmetica, che alla geometrica, come è noto dall' osservazione.

Secondariamente perchè io stimo impossibile, come ho dimostrato nella lettera scritta al famoso Leibnitzio, che la velocità dell'acqua inferiore possa operare nella superiore. In terzo luogo, perchè assolutamente credo, che l'accrescimento della velocità dipenda dalla pressione dell'aria fatta nella parte superiore, e che il ritardamento non derivi da altro, che dalla resistenza maggiore ne' cannelli stretti, e più lunghi, come è quello nell'esperienza presente, che non ha più di 4. linee di diametro, e tre piedi di lunghezza, come anche lo stesso signor Mariotte peritissimo in queste cose poco più sotto soggiunse: questa opinione rimane confermata da due altre esperienze portate nello stesso luogo; imperciocchè essendo il cannello EF lungo due piedi, e di diametro $\frac{1}{6}$ d'una linea, vi passò tanta copia d'acqua, quanta ne passò tagliato che fu il cannello all'altezza di un dito; impedendo il soffregamento ogni acceleramento, come nello stesso luogo è ottimamente notato. Al contrario poi applicato il cannello EF lungo piedi 6. e largo un dito, il vaso ABCD di un piede, ad uso di cubo si vuotò in 37. minuti secondi, ma segato il cannello in due parti eguali in H, solamente in 45. minuti secondi, ed intieramente segato in E si vuotò in 95, dalla quale osservazione se ne può dedurre, che la proporzione della velocità media supera di molto la media proporzionale geometrica, e si accosta alla vera proporzione dell'accelerazione della velocità, siccome fatto il calcolo facilmente si conoscerà.

III. Dalle cose già dette è facile cosa il dimostrare, *che se la parte più lunga del sifone sarà alta piedi 33. l'acqua escirà dall'orifizio* S (*fig.* 13. *tav.* 3.) *colla stessa velocità, che avrebbe l'acqua nel cadere da* I *in* R, *cioè da* D *in* V, *che in questo caso è la differenza della lunghezza delle braccia. Ma se il braccio più lungo eccederà l'altezza di piedi* 33., *non per questo si accrescerà la velocità, ma continuerà sempre la medesima, cioè della discesa* IR.

Imperciocchè equivalendo IC a tutta la pressione dell'aria, e impiegandosi la parte RC per sostenere l'acqua in CB, il resto della forza dell'aria, che preme in B, non sarà maggiore della pressione di IR, qualunque sia la lunghezza del braccio. Perciò si ha da notare, che essendo l'altezza BS minore di piedi 33., allora sempre dall'aria che preme in S viene impedita una simile pressione in C, o pure il rimanente di essa in B, e conseguentemente si sminuisce quella velocità, che per altro si avrebbe. Ma quando l'altezza BS è precisamente di piedi 33., supposto sempre, che piedi 33. equilibrino la pressione dell'aria, allora resta primieramente libera da ogni impedimento la velocità in B, e la pressione dell'aria in C non da altra forza viene combattuta, che da quella de' due fili, o cilindretti d'acqua BC, e perciò non potendosi avere dalla stessa potenza una

maggiore velocità, che colla sottrazione di tutta la resistenza; tolta quella in B col maggiore allungamento del braccio BS, non si potrà crescere la velocità in B, e conseguentemente nè meno la quantità dell'acqua, che è determinata dalla velocità, e dalla sezione del sifone in B. Se poi sia per continuare ad essere pieno il sifone nella parte BS non lo saprei assolutamente determinare, imperciocchè sembra che la resistenza dell'aria in S possa trattenere piena una certa parte del sifone; al contrario poi quelle bolle, che escono dall'acqua non compressa dall'aria, e che vengono alla sommità del sifone, pare che possano alquanto impedire la pienezza del sifone BS. Questo bensì più risolutamente asserisco, che se il sifone rimane pieno in qualche parte del lato BS, in S non vi sarà maggiore velocità che in B; ma che se poi si voterà il sifone, tal che l'aria possa penetrare per la parte SB in B senza essere spinta all'ingiù dall'impeto dell'acqua in B, cesserà tutto il moto, e succederà la quiete nel sifone.

Continuando a tenere pieno il sifone, si potrebbe accrescere la velocità nella cima del sifone B collo scorciare il filo o cilindretto BC, come se si piegasse il sifone più giù, o pure si tirasse sopra il piano orizzontale CA, imperciocchè allora avremmo *il massimo grado di* velocità possibile, che verrebbe dalla pressione dell'aria, se colla lunghezza del braccio AS si levasse tutta la forza dell'aria, che preme in S.

Non crederei, che fosse per essere cosa inutile, e disdicevole investigare la verità di queste stesse speculazioni con altri metodi, cioè col mezzo delle parti de' sifoni, da' quali è composta *la tromba*. Imperciocchè è manifesto, che tal sorta di sifoni equivale a due cannelli perpendicolari, e ad un orizzontale, che li unisce, e perciò cercheremo secondo diverse combinazioni, qual moto sia nel tubo perpendicolare, che sale, quale in quello che discende, e quale nell'orizzontale, acciocchè da queste cognizioni venghiamo in chiaro, quali sieno le mutazioni, e l'alterazioni de' fluidi ne' cannelli chiusi secondo la diversità de' casi.

Consideriamo adunque il sifone perpendicolare, ed uniforme ABCD (*fig.* 15. *tav.* 4.) pieno d'acqua, ma ferma: dalle cose sopraddette si deduce, che esposto all'aria libera, sarà egualmente compresso dal peso dell'aria, tanto nella parte AB, quanto nella CD: per la qual cosa se l'acqua ABCD non fosse grave, o pure eguale in ispecie alla gravità dell'aria, a cagione di questa eguale pressione non seguirebbe alcun moto; ma perchè l'acqua è veramente grave, e più grave dell'aria, preme con tutto il suo peso contro il fondo CD colle forze, che provengono dall'altezza AC; laonde prepondererà la pressione in CD, che viene cagionata dall'aria, che preme sopra l'*orifizio* AB, e dall'acqua AD: equivalendo adunque la forza *dell'aria*

all' altezza di piedi 33. d' acqua, aggiunta l' altezza AC, la quale si suppone essere per esempio di piedi 4., tutta la forza in CD sarà di piedi 37.; ma perchè ancora l'aria inferiore preme contro CD con tanta forza, quanta ne ha tutta l' altezza dell' atmosfera, cioè di piedi 33. d' acqua, e con essa resiste al moto dell' acqua per CD, se si sottrarrà la resistenza di questa dalla forza, che fa quella per escire da CD, ci rimarrà solamente l' altezza dell' acqua AC. Dal che se ne raccoglie, che la velocità colla quale escirebbe l' acqua dal predetto sifone nell' aria libera, sarebbe la stessa, che avrebbe nel vuoto, a cagione dell' aumento, e decremento della velocità, che viene prodotta dall' aria. Ma suppongasi, che l' acqua scorra, e che alle parti AB ne venga somministrata tanta copia, quanta ne fa di bisogno; in questo caso due considerazioni possono aversi, una combinando col flusso dell' acqua la forza, e resistenza esercitata dall' aria nell' una, e nell' altra apertura; la seconda prescindendo da essa: e si prescinda pure, non potendosi supporre l' acqua nella sezione AB senza velocità alcuna, imperciocchè in quel caso dovrebbe essere infinita, *come dal scol. 3. prop. 8. lib. 5. del mio trattato della misura dell' acque correnti* è manifesto; se s' intenda, che l' acqua in AB abbia qualche velocità, questa sarà uniforme alla velocità dovuta ad una certa discesa, per esempio, EF, e descritte circa l' asse prolungato del sifone dall' una e l' altra parte le quarte di Iperbola, sarà l' area AHIB la sezione verticale dell' acqua che cade nel sifone, e perciò non riempirà l' orifizio CD, ed il moto non si farà per tutte le parti del sifone, il che ancora accaderà, se l' aria inferiore per mezzo del maggiore diametro del sifone potrà entrare a riempire gli spazi CAI, DBH: nè però potrà comunicare coll' aria superiore in E a cagione della velocità AB, e dell' altezza dell' acqua sopra AB. Ma se come nel primo caso, s' intenda il sifone immerso nell' aria, la quale per la strettezza dello stesso sifone non vi possa subentrare; allora la pressione di sotto, e di sopra conserverà il sifone pieno, l' acqua però escirà come sopra s' è dimostrato, con quella velocità, che può prodursi dall' altezza AC; e perchè non può essere, che l' acqua in tutta la discesa AC si muova colla velocità C prodotta solamente dalla sua gravità, abbiamo già nella lettera scritta al famoso Leibnitzio dimostrato, che l' aria superiore incalza l' acqua in AB con tutta la sua forza, che equilibra l' altezza di piedi 33. d' acqua, acciocchè si faccia la velocità uniforme in tutto il sifone AD.

Mantenuto adunque pieno il sifone, si supponga unito al sifone AD (*fig.* 16. *tav.* 4.) un altro cannello orizzontale DF, il quale abbia lo stesso diametro, è manifesto, che essendo disuguale la pressione dell' acqua sopra D, ed E, la media velocità sarà minore per la sezione DE di quello, che prima sia stata per CD, dove la mezza è

eguale alla massima D; e perciò non passerà tant' acqua per DF, quanta ne passava prima per AD, e conseguentemente la velocità in AD sarà qualche poco ritardata dall' aggiunta del cannello DF. Essendo adunque aperto l' orifizio ED, e pure FH, l' acqua si muoverà colla velocità DH maggiore della EF, e tra E, e D saranno maggiori, o minori le velocità secondo la maggiore, o minore pressione dell' aria in ragione suddupla dell' altezze; ed il tubo continuerà ad essere pieno per l' eguale pressione dell' aria in FH, ed AB. Ma se al cannello DF se ne aggiunga un altro perpendicolare HK, che volti all' insù, perchè l' impeto dell' acqua in FG talmente si riflette, che può alzare l' acqua sino all' orizzontale AN; ne segue, che in tutta la sezione FG vi sarà la stessa velocità, che è in LE, cioè quella, che conviene alla discesa BE, che per altro è minore della primiera velocità media nella sezione DE, e FH, come che eguale alla minima EF: e perciò ne segue ancora, che per la piegatura del tubo in FG viene ritardata la passata velocità in tutto il sifone ACMG, e che la detta velocità diviene uniforme per essere eguale alla massima della discesa BE. Molto più si ritarderà la velocità ogni qual volta si allunghi il tubo in IK; poichè per la *medesima ragione* la velocità in IK è quella, che nascerebbe dalla discesa BO, ovvero NK; e perciò essendo la stessa velocità in IK, ed in FG a cagione della supposta uniformità del tubo, mentre dovrebbe per altro secondo le leggi della natura essere maggiore in FG, che in IK, ne viene di conseguenza, che la velocità in FG sia ritardata; e solamente eguale a quella, colla quale nella sezione OP il fluido discende *naturalmente* per BO; e per questo la velocità in tutto il sifone dipenderà dall' abbassamento della sezione IK sotto l' orizzontale ABN: come anche succederebbe, se sotto la sezione PO sempre si assottigliasse il sifone sino in C colla proporzione sopraddetta, e fosse uniforme in DF, allargandosi sempre più colla stessa proporzione l' altro braccio rivoltato all' insù, tal che le sezioni del sifone fossero sempre reciproche alle velocità naturali accelerate, o ritardate secondo la *ragione della* salita, o della discesa. Per la qual cosa essendo il canale di tutto il condotto PCMK più largo che non dovrebbe, è evidente, che la velocità è da per tutto ritardata, e solamente in PO, e IK è libera, e naturale, e per conseguenza, che o si muoverà solamente una certa porzione d' acqua nel tubo PCMK, o pure che se si muove tutta, come è più probabile, si muove con moto uniforme, venendo comunicata all' acqua, che non si muove, una quantità di moto dalla velocità maggiore, che detratto da quella che si muove, fa che l' una, e l' altra si muova di moto uniforme.

Ma s' intenda di nuovo congiunto al sifone FK (*fig.* 17. *tav.* 4.) un altro tubo orizzontale IM dello stesso diametro; e perchè l' acqua è

spinta in K, dall' altezza NK, ed in D dall' altezza ND, si fa manifesto, che la velocità sarà maggiore in K, che in D, e che l'acqua escirà dall' apertura LE con queste diverse velocità, e che conseguentemente sarà maggiormente ritardata la velocità a conto dell' unione del cannello orizzontale IM, imperciocchè la velocità media in DK è minore della velocità uniforme del cannello in IK, alla quale nel cannello IM è uguale la massima velocità KL, e perciò con questo ritardamento, e ineguaglianza di moto l' acqua escirà dall' apertura LE, o pure MH. Se poi il cannello ha l' apertura LH, che guardi all' ingiù, e sia orizzontalmente posta; nel discendere che fa l' acqua da M in H, la velocità diviene uniforme, ed eguale a quella, la quale acquisterebbe nel discendere da N in H, o pure da Q in H. Ma se a questa apertura, o sezione LH vi è connesso un altro cannello perpendicolare LO, che vada all' ingiù, segue allora lo stesso, che del cannello semplice perpendicolare abbiamo detto, imperciocchè essendo la velocità LH quella stessa, che deriva dalla discesa NK, o QH, sarà ancora la medesima, che nel cannello PH: seguirà adunque lo stesso se al sifone storto BFCMH si congiunga il cannello perpendicolare LO, sicchè lo stesso LO si supponesse unito solamente al cannello PH: e perciò siccome, se il cannello PH si allungasse in NO, la velocità della sezione inferiore NO, si farebbe maggiore, che in LN, e corrisponderebbe alla discesa PN, così storto il cannello KL in N, la velocità in NO sarà maggiore che in LN ec. Laonde è manifesto, che per l' allungamento del cannello LO la velocità in LN, e conseguentemente in tutto il cannello in qualunque maniera storto si accrescerà dalla pressione dell' aria in AB, come sopra si è detto.

Finalmente se al cannello LO (*fig.* 18. *tav.* 4.) si unisce primieramente un altro cannello orizzontale OT uniforme agli altri, ed a questo un altro perpendicolare TX, che volti all' insù, ne segue dalle cose premesse, che la velocità in OT, essendo libera l' uscita in TZ, sarà ineguale, e ritardata, e che dovendo essere riflesso il moto all' insù, alla parte SV, si ritarderà sempre più, quanto più l' apertura, dalla quale ha da escire l' acqua, si accosterà alla linea orizzontale PX, tal che se l' apertura sarà VX, in essa ne succederà la quiete, e se sarà CD, resterà ivi una tale velocità, quale si richiederebbe nella discesa VC.

Laonde acciocchè esponghiamo con una sola figura le cose fin quì dette, dico, che dalle ragioni sinora esposte si fa evidente, che l' acqua nel semplice cannello AB (*fig.* 19. *tav.* 4.) si muove colla velocità della discesa AB, in ABC con una velocità minore della discesa AB, ma proporzionale di mezzo tra AB, e AI; in ABCD colla velocità della discesa AL, in ABCDE con una velocità media proporzionale tra MN, MD: in ABCDEF, colla velocità della discesa OP: in

ABCDEFG con una velocità media proporzionale tra OF, OP: e finalmente in ABCDEFGQ colla velocità della discesa HQ, cioè con quanta (e questo serve in tutti i casi predetti) escirebbe da un vaso, che nel fondo avesse l' apertura Q, ed avesse tant' altezza d' acqua, quanta è HQ, se non che quando dee escire per sifoni orizzontali, in vece dell' apertura nel fondo del vaso, se ne dee fare una eguale in uno de' lati del vaso, e toccante il fondo.

Di qui manifestamente ne segue, che supposto il sifone curvo CDEF, e l' apertura C immersa in un vaso pieno d' acqua, la cui superficie si conservi sempre alla medesima altezza, e supposto, che cavata da questo sifone l' aria, l' acqua si muova per CDEF, l' acqua sarà premuta in C da tutta la forza dell' aria che equivale all' altezza di piedi 33. d' acqua; ma che nell' alzarsi sino a CD verrà appoco appoco ritardata, tal che in D, o pure in E la velocità rimasa, sarà eguale a quella, che conviene all' altezza di piedi 33, sottrattane però l' altezza CD: ma nella discesa EF l' acqua si farà più veloce, tal che nella sezione R da me concepita nell' orizzonte CR, vi sia per essere di nuovo nel sifone tanta velocità, con quanta l' acqua veniva prima spinta in C dalla pressione di tutta l' aria, che non era da cosa alcuna impedita, di maniera che se l' aria preme egualmente in R, necessariamente dee succedere l' equilibrio; se poi il sifone sia maggiormente allungato come in F, perchè la velocità viene accresciuta dalla maggiore lunghezza RF, la velocità solamente sarà quella, che deriva da tutta la pressione dell' aria, o dall' altezza di piedi 33. d' acqua accresciuta dall' altezza RF, e perciò se in F non vi fosse alcuna resistenza, l' acqua escirebbe da F colla predetta velocità; ma perchè l' aria resiste alla parte F con tutta la sua pressione equivalente all' altezza di piedi 33. d' acqua, se della predetta altezza si sottrae la resistenza di piedi 33, il resto dell' altezza sarà l' altezza RF, e perciò l' acqua escirà da F colla velocità, che acquista nella discesa RF, e pure con quella, colla quale escirebbe dal fondo di un vaso, nel quale l' acqua fosse tanto alta, quanto RF, come ancora colle sopraddette dimostrazioni abbiamo provato.

Da quello, che sin' ora abbiamo detto si raccoglie prima, che ne' sifoni curvi, e ne' cannelli in qualunque maniera rivoltati, purchè il fluido esca da un cannello perpendicolarmente rivolto all' insù, o all' ingiù, le velocità sono tutte uniformi, e che se l' acqua esce da un cannello orizzontale, non si muoverà di moto uniforme in tutte le sue parti, ma di difforme: e più generalmente se ne deduce, che ogni velocità del fluido, dopo che è escito dall' apertura del cannello, se è all' ingiù, è ritardata: se all' insù, accelerata, e se nel piano orizzontale dell' apertura, rimane nel suo stato naturale.

Secondariamente ne segue, che l' apertura del cannello, dalla quale

esce il fluido, è quella che regge la velocità in tutto il corso per lo stesso cannello, tal che per essere quella ora posta in un piano, ora in un altro, accade, che nel cannello ora l'acqua si muova con una velocità, ora con un' altra.

Finalmente è evidente, che allora quando l'apertura, dalla quale esce il fluido, è la stessa sezione del cannello orizzontale, la velocità nel cannello perpendicolare immediatamente unito, e per conseguenza in tutto il cannello, si potrà precisamente determinare nel dato caso, ritrovando o il centro della velocità dell' apertura, per la quale sgorga il fluido, o la velocità media, imperciocchè quella velocità, che conviene all'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità, è la stessa che uniforme, ed equabile si conserva in tutto il cannello, e la velocità media nel cannello orizzontale è la medesima di tutte le sezioni del cannello.

Questo è quanto, gentilissimo signor Magliabechi, io ho pensato circa il moto dell' acqua ne' sifoni, ed ho potuto confermare con qualche esperienza, ringraziandovi tra tanto grandemente delle ragioni, colle quali mi avete persuaso ad applicare di nuovo allo studio della misura dell' acque correnti, in tempo, nel quale mi era dato alla medicina, il che ne riuscirà di non piccolo fondamento per l' una, e l' altra scienza. Ma debbo similmente ringraziare il signor Papino mio oppositore, che colle sue osservazioni fatte intorno le mie dimostrazioni, mi ha dato motivo di applicarmi a questa utile prima parte dell' idrostatica, e di acquistare queste nuove cognizioni; ricavandosi per verità dalle virtuose dispute, nate tra uomini onorati, sempre qualche utilità, imperciocchè se le obbiezioni sono vere, levano lo scrittore di errore, se sono dubbiose, o false gli assottigliano la mente per dilucidare, e accrescere molto più quella parte della scienza, sopra la quale si era posto a scrivere; cosa che dee essere lodata, e desiderata da tutti gli uomini letterati. Se farete capitare una copia di questa mia al signor Leibnitzio nostro comune amico, mi farete un favore, che mi obbligherà ad essere sempre più.

*Bologna* 16. *Febbraio* 1692.

*Vostro Devmo Servo, e Amico*
Domenico Guglielmini.

# LETTERA TERZA IDROSTATICA

*SCRITTA*

## DA DOMENICO GUGLIELMINI

*ALL' ERUDITISSIMO*

## SIGNOR ANTONIO MAGLIABECHI

BIBLIOTECARIO DEL SERENISSIMO GRAN DUCA DI TOSCANA.

Questa è la disgrazia delle scienze, che non potendo gli uomini tutti pensare nel medesimo modo, sieno tra loro divisi in differenti opinioni: senza ciò, con quanta maggiore felicità *elleno* s' avanzerebbero a miglior condizione! Avvegnachè però questa differenza di sentimenti sia molto nocevole a chi studia, e spesso appanni il terso della virtù, che rimane quasi da nuvola per essa offuscata; contuttociò non si rado avviene, che tra le spine di differenti partiti, e contrasti crescono certi bei semi di verità, li quali come che rimangono per molta età nascosti, e quasi tra bronchi, e *cardi sepolti*, vengono finalmente a metter fiori di graziosa avvenenza, e di maravigliosa fragranza. Io non farei che ridire il già detto, se volessi mostrare, che così sempre riuscirono i primi sbozzi della virtù, e della scienza. Voi sapete abbastanza quanta farragine d' opinioni si trovino in Laerzio, in Plutarco, ed altri: tra le quali la verità quasi impaniata non si svolse, e sviluppò in un tratto, ma solo dopo essersi o sciolte, o annientate le difficoltà, che la imbarazzavano. *La maggior* parte d' esse furono levate altre dal tempo, altre dalla forza della ragione, altre dall' evidenza degli sperimenti: non pertanto ne rimangono ancora alcune, e sempre ne rimarranno di simili a queste, fomentate dall' amor proprio, e dal pregiudizio, le quali non finiranno se non colla vita de' loro autori, e partigiani; e queste sono di quella sorta, che solo la lunga età può vincere, e superare. Non vi maravigliate adunque, se vi sembrerò più del dovere impegnato a sciorre quelle obiezioni, le quali il sig. Dionigi Papino matematico di Marburgo, egualmente sottile, che ingegnoso, ha pubblicato la prima volta contro al mio libro sulla misura dell' acque *correnti*, poscia contro alla seconda mia lettera idrostatica a voi *diretta*.

Imperciocchè io fo tanto conto del suo candore, e della sua retta intenzione, che quando mi riuscisse una volta di sgombrare quelle oscurità, che paiono avvolgersi alla verità d'alcune mie proposizioni, io mi lusingo, ch'egli m'aiuterà a promuovere l'idrometria giudicata tanto utile da tutto il Mondo; giacchè io non potrò giammai indurmi a credere, che un uomo sì dotto possa lasciarsi reggere da' pregiudizi, e preferire l'affetto delle sue opinioni alla verità. Il che se mai avvenisse, come lo bramo, cosa non si potrà mai aspettare da un uomo contanto pratico in questi studi, che ha tutto l'agio di fare sperienze, e tutto il talento, il tempo, e l'impegno del ben pubblico: in una parola da un uomo, a cui nulla manca di ciò, che può servire a perfezionare l'Idrometria?

Ma per non differirvi più a lungo la lezione di questa materia, e per avanzarmi sempre più verso ciò, che riguarda la nuova controversia tra il sig. Papino, e me, egli è di mestieri avvertirvi dello stato della presente quistione. Voi ottimamente sapete, che il dottissimo avversario non si trovò contento della mia seconda proposizione del secondo libro *della misura dell' acque correnti*; voi siete ancora informato d'averne io fatta l'apologia nella mia prima lettera idrostatica impressa l'anno 1691, e diretta al chiarissimo matematico Leibnitzio: ad essa lettera ne aggiunsi una seconda (1) scritta a voi nella quale pubblicai, e dimostrai alcune proposizioni subalterne nate all'occasione della prima controversia intorno alla velocità de' fluidi ne' sifoni ritorti. Ma non essendo contento il sig. Papino di confermare la prima sua obiezione, anzi volendo aggiugnerne un'altra nuova in una sua lettera all'Ugenio, non lascia d'essermi liberale di nuovi avvertimenti, e farmi grazia di nuove riflessioni intorno le mie dimostrazioni circa le velocità de' fluidi ne' sifoni. Imperciocchè non si trovò soddisfatto del mio modo di dimostrare: trovò vari difetti nella mia argomentazione, e negò affatto di convenir meco nelle mie proposizioni. Ma se ciò con verità, e con giustizia, lo vedrete in appresso. Avendo io adunque rescritto al sig. Leibnitzio, non ha guari, tutto ciò, che mi parea servire a confermare la mia opinione sulla misura dell'acque correnti, permettetemi che io di nuovo vi scriva su ciò, che appartiene al moto de' fluidi ne' sifoni, pregandovi a trasmettere una copia di questa lettera al sig. Papino per mezzo d'alcuno de' suoi concittadini, che vengono costà a trovarvi, e a consultarvi in folla, come se foste l'Oracolo Delfico.

Dissi di sopra nelle lettere idrostatiche, che *ne' sifoni di braccia disuguali l'acqua correrà per lo più lungo colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, che tenesse l'acqua tanto alta, quanta è la differenza de' cannelli, purchè il più lungo non sia maggiore di piedi* 33; e dimostrai vera tale proposizione da questo, che nel sifone

ABCD (*fig.* 20. *tav.* 4.) il cui braccio più lungo sia BD, se questo intendasi rivoltato in DE, siccome l'altro BA in AF, in guisa che AF, DE sieno due tubi di tale altezza, che possa compensare la pressione dell'aere, che si presenta agli orifizi A, D, vi sarà nel sifone allungato FABDE quel moto stesso, che era, o saria nel sifone ABD. Poichè essendosi all'azione, e resistenze dell'aere sostituite eguali azioni, e resistenze de' tubi FA, DE, ed uscendo dal tubo FABDE, o sia da E l'acqua colla velocità dovuta alla discesa FG eguale ad AH, o sia alla differenza de' bracci del sifone, converrà dire, che la velocità in D sarà quella stessa, che avria l'acqua, che esce da un vaso, la cui altezza fosse eguale alla differenza delle braccia del sifone.

Qui il signor Papino assolutamente nega, che l'acqua sia per escire dall'orifizio E colla velocità corrispondente alla discesa FG; sebbene ella sia bene equilibrata in GABCDE, per essere all'*istesso* livello GE, e il preponderar di FG debba cagionar *movimento*; non perciò, dice egli, ne segue, che la velocità in E debba seguire la regola della maggiore altezza FG. „ Imperciocchè, quantunque in u- „ na bilancia, le cui bacinelle si caricassero di pesi diseguali, v. „ g., due libbre in una, ed una *sola nell'altra*, *la sola libbra*, che „ costituisce la differenza de' pesi, cagionasse il movimento, senza „ che si conserverebbero l'altre in equilibrio; non perciò ne verreb- „ be, che tal movimento fosse per essere d'eguale velocità a quella, „ che acquisterebbe il peso d'una libbra, che discendesse *liberamen-* „ *te* nell'aria. Anzi all'opposito egli è certissimo, *che tale eccesso* „ di gravità operando in una sola libbra, e non potendola muovere, „ senza dar moto all'altre due applicate all'estremità della stessa bi- „ lancia, egli è di necessità, che il moto impresso a tutta la mac- „ china sia assai più tardo ec. „ Così il signor Papino, che segue a ricercare la velocità de' pesi applicati alla bilancia nella loro discesa confrontandola colla velocità acquistata discendendo liberamente.

Ma mi sembra, che poco a proposito qui adducasi l'esempio *della* differente velocità del peso, che discende nella bilancia, da *quella*, che avria nella libera discesa nell'aere. V'ha tra il moto de' fluidi, e quel de' solidi tal differenza, che i momenti di questi dipendono dalle diverse circostanze sì della loro gravitazione, come della loro velocità, e principalmente dalla forza del momento, e dalla massa della materia messa in movimento: all'opposito i movimenti de' fluidi derivano dalla sola altezza; ciò che è vero, avendo riguardo sì alla semplice pressione, come ai gradi di velocità generati da essa, come osservai nella citata lettera, posta superiormente. Ora, acciocchè ciò meglio intendasi, sia ABCD (*fig.* 21. *tav.* 4.) un vaso ampio, e a *lui* unito un sottile cannello comunicante DEF, e sia il fluido *contenuto*

in ABCD quanto si voglia grande, e l'altro in DEF di molto minor quantità. Ciò supposto, se alcuno volesse computare le impressioni della gravità, dalle quali vengono investite le parti del fluido ABCD, e volesse paragonarle alle simili, dalle quali sono pure investite le parti del fluido nell'angusto cannello DEF, arguirebbe ottimamente avervi tra quelle, e queste quella proporzione, che avvi tra la materia, e l'ampiezza del vaso ABCD, e la materia, o sia l'ampiezza del cannello DEF; ma non perciò ben dedurrebbe, essere l'eccesso de' momenti, e il prevalere delle pressioni quello, che obbligasse il fluido a salire per lo cannello DEF sopra il livello ABF. Il sig. Papino potrà vedere la dimostrazione di questo fenomeno presa dalla supposizione fisica nel mio trattato della natura de' fiumi cap. 1. prop. 5. Egli è dunque falso, che si debba dedurre il moto ne' fluidi, come ne' solidi, dall'eccesso della gravitazione, ma solo dalla maggiore altezza, da cui sola deriva il prevaler de' momenti. Egli è altresì chiaro, che l'ampiezza del vaso nulla punto contribuisce alla velocità dell'acqua, che esce dai lumi d'esso. Imperciocchè tali velocità sono tra loro come le radici dell'altezze, senza alcun rispetto nè alla figura, nè alla capacità del vaso, come dagli altrui, e miei sperimenti deducesi, e come dimostrai l. c. propos. 6. Quindi la quantità della materia messa in moto non dà alcun fondamento, onde determinare maggiore o minore velocità al fluido.

Ma più in compendio, e più a proposito: suppongasi il sifone curvo ABCD (*fig.* 20. *tav.* 4.) tuffato in un vaso, la cui altezza HF, ripieno dello stesso fluido, di cui è il sifone: sia l'altezza FN tanta, quanta era prima, cioè quanto basta a far le veci dell'aere premente in A: suppongasi ancora il tubo DE ripiegato orizzontalmente in EN, in guisa che N addivenga il lume, o sia foro, ovvero orifizio scavato nel lato del vaso MK. Egli è certo, che un tubo, per quanto ripiegato siasi, avrà la stessa natura, che ha il tubo in quella proposizione del sig. Papino, che diede origine alla nostra disputa, dove s'è dimostrato colla ragione, e colla sperienza alla mano, che la velocità in N è la stessa, che corrisponde alla discesa FG. Imperciocchè reciso sempre più, e accorciato il tubo, la velocità in N rimase sempre la stessa, e conseguentemente quella medesima, con cui l'acqua saria escita dal lume N coll'altezza MN, o sia FG, o sia AH eguale alla differenza delle braccia del sifone. Quindi avendo lo sperimento da me fatto circa la proposizione del signor Papino ratificata la stessa cosa, che la dimostrazione da me in quel luogo recata, a cui già diede il suo assenso il dottissimo censore, ed essendo questa dimostrazione, diretta a provare la falsità della detta proposizione, la stessa, con cui mostrai la mia asserzione intorno i sifoni ritorti, o ripiegati, egli è evidente, che la natura favorisce,

e seconda le mie dimostrazioni, e che in niun modo zoppica ciò, ch' io dissi, sottraendo i momenti da' momenti, per conchiuder a mio favore ciò, ch' io proposi.

Se desiderate sapere, perchè un peso di tre libbre in una bilancia contrapposto a un altro di libbre 2. non discenda nel modo, che discenderebbe nell' aria liberamente un peso d' una sola libbra, lo spiegherà lo stesso sig. Papino, e vi dirà, che un peso di tre libbre per l' azioni successive, e replicate della gravità, che sono $\frac{1}{3}$ dell' altre, dee non solo spingere a basso se stesso, ma altresì alzare il peso di libbre 2. Quindi $\frac{1}{3}$ dell' azione del peso di libbre 3, o sia l' azione del peso d' una libbra dee distribuirsi in libbre 5., le quali fa di mestieri, che si muovano d' un moto uniforme, e perciò egli è necessario altresì, che ciascuna libbra del peso applicato alla bilancia abbia $\frac{1}{5}$ della velocità, che avria il corpo d' una libbra, che discendesse liberamente nell' aere; poichè la velocità ne' corpi eguali sono tra loro come le forze motrici, e così si viene ad avverare la legge del sig. Papino, secondo la quale le velocità de' pesi nell' aere libero sono alla velocità nella bilancia come la somma de' pesi alla lor differenza. Ma nello scorrere dell' acqua per li sifoni non v' ha veruna comunicazione di moto, o d' impressioni *nelle* parti *dell'* acqua. Imperciocchè tutta questa dal peso dell' aere, e della propria gravità è spinta, e portata fino all' orifizio del braccio del sifone con quella velocità, che le permettono le resistenze: essendo sempre pronta l' applicazione dell' aere ad accrescere, se vi sia d' uopo, la velocità fino a quel grado, che le può dare l' altezza dell' aere, o sia *piedi 33. d' acqua*, e nulla più. Quindi non v' è maggior titolo di maravigliarsi, che colla stessa velocità si muovano i fluidi ne' sifoni, o sieno questi larghi, o gracili, o sia che il braccio, che li porta fuori, sia più alto dell' altro, o sia eguale (purchè le differenze dei bracci sieno eguali) benchè le quantità della materia in moto sieno differenti, o sia che abbiano una, o altra diversa proporzione, di quello che nel Barometro s' alzi il Mercurio alla stessa altezza, o sia che il cannello *sia largo*, o sia angusto. Da ciò si rileva, che il moto de' fluidi nei sifoni non deriva dal preponderare dei filamenti dell' acqua, ma dal prevaler dei momenti, a cui equivale il prevaler dell' altezza.

Affine che questa asserzione abbia maggiore evidenza, si vuol sapere, che in tutti i gravi vi son due momenti, l' uno, che chiamasi di *pura gravità*, l' altro *di discesa*. Per cagion d' esempio, se vi sieno due corpi A, B (*fig.* 22. *tav.* 4.) della istessa gravità specifica, ma di volume differente; e perciò di diverso peso assoluto, egli è certo, che la gravità del corpo A, alla gravità del corpo B sarà come il volume del primo, al volume del secondo: ma i momenti *di discesa* non son tra loro nella stessa ragione, ma sono amendue eguali, *se* si

prendano dal principio del loro moto. Ma dopo tal principio tali momenti sono tra loro nella ragione sudduplicata delle distanze dal principio del loro moto, v. g., delle linee AD, BC; imperciocchè van crescendo secondo la misura de' tempi, ne' quali discendono, com' è stato dimostrato dal Galileo ne' suoi dialoghi, e dall' Ugenio nel suo orologio oscillatorio. Quindi l' impeto che risulta da amendue i momenti della gravità, e della discesa, o sia più generalmente dalla velocità, e dalla materia del mobile, ha una ragione infinita al puro sforzo della gravità, o sia alla forza morta; poichè questa è cosa elementare, e semplice, mentre l' altra componesi dall' infinita repetizione delle pressioni, che va successivamente generando la gravità. Interviene una cosa simile ne' fluidi. Finchè questi stanno in riposo nel tubo, v. g. BC (*fig.* 23. *tav.* 4.) il loro sforzo verso il fondo, e contra i lati è una semplice pressione composta dalla maggiore, o minore quantità di elementi, che costituiscono tal pressione, la somma de' quali è proporzionale all' altezza del fluido. Quindi ne deriva l' equilibrio, quando il livello è lo stesso, giacchè eguali altezze hanno altresì eguali somme di tali pressioni. Ma se i fluidi escano dal vaso, allora tragittando dalla quiete al moto, come avviene ai solidi, che discendono, la ragione dell' impeto, o sia della velocità è diversa da quella della materia; e questa ragione corrisponde alle radici dell' altezze de' fluidi, dovendo le parti de' fluidi, come i solidi, discendere o realmente, o equivalentemente dalla sommità dell' altezza fino al foro, o alla luce. Quindi quando l' acqua è discesa da C in B, ha acquistata in B tal velocità, in virtù della quale possa rivolgendosi in su, risalire alla prima altezza FC, in guisa che crescendo nel discendere le velocità nella ragione stessa, in cui crescono le semiordinate nella parabola BCH, nell' atto che il fluido sale pel tubo BA, decrescano nella stessa ragione, e coll' istesso ordine, ma retrogrado. Da ciò ne deriva, che se riflettesi al solo equilibrio, debba il tubo ripiegato BI essere ugualmente alto, che CB; poichè allora sono le pressioni della semplice gravità eguali in amendue i cannelli. Ma se pongasi mente agli sforzi, o sia alle pressioni impiegate per la discesa, o sia alle velocità generate, potendo il fluido rimettersi al istessa altezza coll' ordine detto, non v' ha dubbio, che la velocità in A sarà tale da poter alzare il fluido da A in I, o sia quella stessa, che acquisterebbe discendendo da I in A, o C in L. Vegga adunque il signor Papino con quanta ragione io mi sia servito nella mia dimostrazione della sola sottrazione de' momenti che viene definita, e determinata dall' altezza dell' acqua, e quanto poco a proposito abbia messa in campo la quantità della materia, la quale non dee prendersi, nè misurarsi dalla capacità de' tubi, ma dalla loro altezza. Io non finirei mai, se volessi calcolare tutti gli assurdi, che derivano

dall'opinione del sig. Papino, ch' io giudico di ommettere mentre egli avendo compresa la vanità della sua obiezione, la ristringe al principio del moto: *Fatendum igitur iam quod initio fluxus regula a clarissimo Guglielmino posita valde manca reperietur*; quasi che fosse minore la quantità del fluido da muoversi dopo il principio del moto che nello stesso principio.

Ma, a dir vero, neppure nel principio del moto la mia regola è difettosa; imperciocchè, sebben per altri motivi io pensi come il signor Papino, cioè che la velocità sia minore nel principio dell' escire dell' acqua, che dopo, accadendo lo stesso ne' vasi ancora, come osservava il Mariotte nel suo trattato del moto dell' acque, ed io stesso lo dimostrai nel trattato della natura de' fiumi proposizione 6. corollario 1., intesi d' abbracciare lo stesso sintoma de' sifoni nella mia proposizione, allorchè dissi, l' acqua saria escita dal braccio del sifone, che la porta fuori, con quella velocità, colla quale escirebbe da un vaso, la cui altezza adeguasse la differenza de' bracci.

Per altro intorno al tempo necessario ad acquistare la velocità, la quale poscia dee mantenersi uniforme, debbo avvertire il signor Papino, che ciò nulla ha che fare colla quantità della materia in moto; ma solo ciò dipendere dal tempo, che ricercasi, perchè l' acqua discenda dalla superficie fino al lume, il quale ne' vasi liberi è minore, ne' sifoni alquanto maggiore, essendo composto dall' ascendimento pel braccio assorbente, e dalla discesa pel braccio, che porta fuori. Legga il signor Papino la verità di questa proposizione nello sperimento del Mariotte riferito, e nella mia dimostrazione al luogo citato.

Il signor Papino per la seconda volta mi fa avvertire, che ne' sifoni ritorti v' ha un' altra cagione, per cui la velocità è minore, cioè l' inflessione, o sia piegatura. Io però mi maraviglio, che egli non abbia badato a farmi tal avvertimento, quando ei trattava del sifone Vurtembergese negli atti di Lipsia anno 1690. pag. 225; imperciocchè in tal passo applicò senza veruno scrupolo la velocità del tubo retto al curvo, come feci io. Dovea egli precedere col suo esempio, e farmi conoscere il merito del suo avvertimento, avanti d' accusarmi, ch' io non ne avessi fatto verun caso.

Sono anch' io d' accordo col Mariotte, e col Papino, che le piegature de' sifoni levano qualche parte della dovuta velocità. Ma aggiungo, che le stesse piegature nè sempre, nè nel modo stesso producono l' istesso effetto. Imperciocchè se i tubi saranno maggiori, l' effetto sarà minore: se gracili, e sottili, sarà maggiore. Anzi la differenza delle piegature in diverso modo agirà, e modificherà la velocità: nè v' è differente ragione per la scabrosità interna del sifone. Ma io dovea prescindere da tutte queste circostanze, per poter

determinare con una proposizione generale qual fosse la velocità dell' acqua, che esce in virtù della natura stessa della cosa. Che questo fosse il mio sentimento, si mostra apertamente da ciò, che dissi trattando della quantità dell' acqua, che esce dal sifone. *Questa misura dee tassarsi, avendo presenti, e in considerazione gl' impedimenti secondo la varietà delle circostanze ec.* Che se vogliamo ridurre a poca, o a niuna cosa gl' impedimenti, che derivano dalle piegature, dai contatti, dalle scabrosità, basta l' immaginarsi tubi d' una grande ampiezza rispetto all' uno, e l' altro orifizio. In questo modo la piegatura non riesce quasi di verun momento, e la scabrosità rimane assai lontana. A me basta d' aver ritrovate le leggi della natura, o per dir meglio, delle forze operatrici. Altri cerchi la teoria delle resistenze, per tassare, o calcolare la cosa con tutto il rigore.

Ma l' acutissimo Censore ci accenna gl' impedimenti delle piegature; Imperciocchè ci propone un sifone, che abbia quattro piegature eguali, cioè B, C, G, H, (*fig.* 24. *tav.* 4.) e poscia aggiugne: *Si sa che un corpo messo in moto secondo la direzione* AB *sarà obbligato in* B *a piegare verso* C, *e a fare coll' antecedente direzione l' angolo* CBD, *e condotta* CD *perpendicolare sopra* AD, *in virtù delle dottrine meccaniche sarà* BD : BC *come la velocità in* BC, *alla velocità in* BA, *imperciocchè scemasi la velocità nella piegatura* B *secondo tal ragione. Prendasi poscia* CE *eguale a* BD, *e conducasi* EF *perpendicolare alla direzione* BCF, *come prima; il decremento, e la diminuzione della velocità nell' angolo* C *si farà secondo la ragione di* CF : CE, *che è la stessa, che prima nell' angolo* B *ec.*

Vedete un poco, eruditissimo signor Magliabechi, di qual metodo servasi per determinare la velocità ne' sifoni, e quanto cattivo uso facciasi delle proposizioni meccaniche! Egli è bensì dimostrato dai meccanici, che il momento d' un grave sopra il piano inclinato BC è al momento per la perpendicolare come BD : BC. Ma tai momenti tanto sono diversi dalle velocità, quanto la semplice gravitazione del moto attuale, e perciò non era pregio dell' opera applicar qui la lor proporzione. Che se il signor Papino intenda di parlare d' un corpo grave, che in B sia investito di tale velocità, che lo possa trasferire sino all' orizzontale CD, ed essendo obbligato a correre una strada BC più lunga di BD, egli è d' uopo, che impieghi più tempo, e perciò perda qualche parte della sua velocità, io ben comprendo, che vogliasi tanto tempo a salire per BD, quanto ad ascendere per BC; ed essendo la discesa per CB alla discesa per BD come CB : BD, come dimostrò il Galileo del mot. accel. prop. 3, e appresso di lui l' Ugenio orol. oscill. par. 2. prop. 6. anche il tempo dell' ascesa per CB, al tempo dell' ascesa per BD sarà come BC : BD; ed essendo le velocità medie in ragion reciproca de' tempi, la velocità

per CB sarà alla velocità per BD come BD : BC. Ma che ha ciò che fare colla materia presente, mentre le dette proposizioni han luogo nel moto accelerato, e nel sifone il moto è equabile, come si rileva dall' uniformità del tubo? Di più, dato ancora, che l' acqua ritardisi nella piegatura per BC, non perciò si ritarderebbe, obbligandola a ripiegarsi in CG. Imperciocchè non saria qui applicabile la proposizione poc' anzi recata; ma per l' orizzontale CG si conserverebbe quasi l' istesso grado, che fosse rimaso in E : molto meno ritarderebbesi la velocità negli angoli G, H : anzi piuttosto accrescerebbesi, non dipendendo il cangiamento della velocità nel caso addotto della proposizione del Galileo del cangiamento della direzione, ma dalla diversa obliquità del piano, e dall' ascendere, e discendere per esso. Quindi ricuperandosi nella discesa per GH quanto s' è perduto nell' ascesa per BC, ne segue, che in H, B debba ritrovarsi la stessa velocità, nel modo stesso, con cui la stessa rimettesi in L, che prima era in A. Per questo titolo adunque non si perde velocità a cagione della piegatura del sifone, in quel modo stesso, *con cui il mobile discendendo senza interrompimento per quanti si voglia piani in qualunque maniera inclinati, sempre acquisterebbe al fin d' essi la stessa velocità; e se rivolgesse il suo moto in alto, salirebbe all' istessa altezza, da cui discese, per quanto fosse il numero delle superficie contigue, e qualunque fosse l' inclinazion loro, con cui se gli presentassero nel suo viaggio, o cammino*. Imperciocchè con queste stesse parole il celebre Cristiano Ugenio nel suo libro *de hor. oscil.* par. 2. propos. 8, 9, eletto giudice, benchè morto, *dal signor* Papino in questa controversia, dà la sua difinitiva sentenza.

Se il sentimento del sig. Papino è diverso da quello, ch' io fin' ora ho indovinato, bisogna che si spieghi meglio, per potergli dare il mio voto, in caso che sia giudicato legittimo. Ma finora (confesserò la mia ignoranza) in tutta la meccanica, o statica non ho trovata veruna proposizione, che sia favorevole alla sua opinione. Se parliamo del moto equabile, qual è ne' sifoni, secondo il sentimento di tutti gli statici dal solo cangiar direzione non si può alterare la velocità. L' istesso Cartesio, l' autor favorito del nostro censore, non riconosce veruna alterazione di tal genere nella dimostrazion sua circa l' egualità degli angoli d' incidenza, e di riflessione; e se ve l' avesse riconosciuta, avria distrutti li suoi principj, e in verità s' avria meritata una giusta critica, se rimanendo l' istesso mobile, e la stessa quantità di moto, avesse stabilita ora maggiore, ora minore velocità; giacchè, secondo li suoi principj la velocità è un certo effetto determinato dalla mole della materia mossa, e dalla quantità del suo moto. Anche Galileo alla prop. 25. del moto accellerato, mostrando, *che se un corpo, dopo esser caduto per un piano inclinato, segua*

*a muoversi per un piano orizzontale, sarà il tempo della caduta per esso piano inclinato al tempo del moto per qualunque linea dell' orizzontale, come la doppia lunghezza del piano inclinato alla linea orizzontale:* egli non fa verun caso dell' angolo compreso dal piano inclinato, e dall' orizzontale: anzi suppone, che il grado di velocità, che ha acquistato il mobile nel fine del piano inclinato, sia lo stesso, che mantiene nel viaggio sopra il piano orizzontale. Che se fosse vera la proposizione del signor Papino, saria facile il conchiudere, che la velocità sia minore nel piano orizzontale, che nell' inclinato; mentre è verissimo, che è eguale alla massima, e doppia di quella, che è media tra quelle, che acquistò il mobile discendendo pel piano inclinato. In questo modo tutta la dottrina del moto, tutta la statica, e la meccanica rovinerebbe, se si ammettesse per vera la proposizione del signor Papino. Affinchè dunque non vadano a terra tante sì utili, e belle dimostrazioni, si degni il signor Papino di prendere in buona parte, se non siamo disposti ad attenerci al suo metodo di calcolare gl' impedimenti derivati dalle piegature de' sifoni almeno per ora, pronti a farlo in avvenire, quando egli avrà corretti i difetti delle sue dimostrazioni; ciò che dalla sua abilità, e destrezza speriamo, che gli riuscirà d' ottenere.

Non è per questo, ch' io neghi, che le piegature de' sifoni, massimamente quelle ad angoli retti ritardino in qualche modo il moto de' fluidi nelll' atto che passa per esse, ma ciò non deriva dal cangiar direzione, fuorchè solo per accidente; in parte ciò deriva dalla successiva riflessione delle parti dell' acqua, che opponesi alla direzione primaria, come lo asserisce il signor Papino. §. *Huic retardationi*, parte dallo strofinamento maggiore, il quale ne' sifoni rettangoli, come più lunghi, è maggiore; le quali due cose debbono avvertirsi nel ricercare la misura del quanto debba detrarsi alla velocità, che deriva dalla natura stessa della cosa, per avere il residuo della velocità.

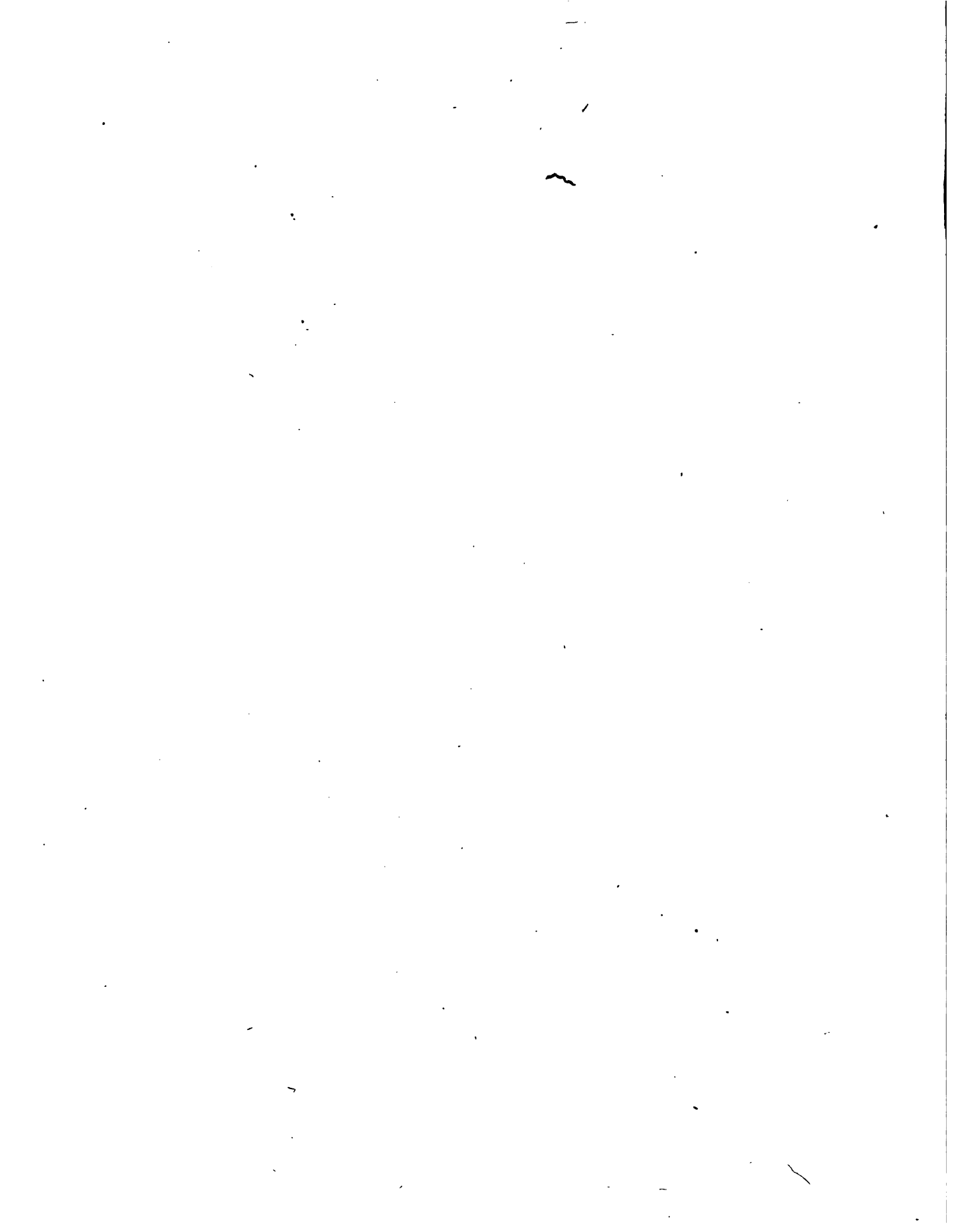
Ma quanto poco perdasi di velocità per l' ordinaria piegatura de' sifoni fatta a semicircolo, de' quali principalmente ho trattato nelle lettere idrostatiche, le dimostrano gli stessi sperimenti del sig. Papino; e insieme mettono in chiaro la verità della mia proposizione. Imperciocchè lo stesso sig. Papino dice d' aver osservati due sifoni dell' istesso diametro, e dell' istessa altezza, uno de' quali era rettangolo, e l' altro circolare, ed amendue diedero la stessa quantità d' acqua del peso di libbre 10, il rettangolo entro 45. secondi, e il circolare dentro 31, o 32; ed un lume affatto eguale a quello de' tubi scolpito nel fondo di un gran vaso, e d' una eguale altezza diede pure la stessa misura d' acqua in 27., e 28. secondi; dalla quale osservazione io deduco, che la differenza del tempo, in cui uscì

egual quantità d' acqua dal sifone circolare, e dal fondo del vaso, era di 4, ed essendo le velocità dell' acqua nel nostro caso reciproche ai tempi, ne segue, che la velocità dell' acqua uscita dal lume del vaso è alla velocità dell' acqua uscita dal sifone, come 31 : 27, ovvero 32 : 28, o 8 : 7, poco differente dalla proporzione d' egualità, ch' io sostenni nella lettera idrostatica seconda, impugnata fin' ora dal signor Papino : ciò che poi manca all' intera ragione d' egualità, deriva dallo strofinamento dell' acqua contro l' interna superficie del sifone, e dalla piegatura; e perciò questi due ostacoli combinati insieme scemarono in modo la velocità, che la diminuzione di questa, alla velocità in tutto è come 1 : 8. Questa differenza saria stata ancor minore, se il lume, o foro applicato ai sifoni, che metton fuori l' acqua, avesse avuto un minor diametro, che quello del tubo, o cannello del sifone, essendo però stato eguale. Nè monta, che il signor Papino pretenda d' aver impedito lo strofinamento ai lati del tubo, adoprando sifoni di 7. linee di diametro, essendo questi stati molto mezzani, e assai più piccoli di que', che io feci una volta lavorare dell' ampiezza di pollici 4., e d' altezza di piedi 17. in circa per levar dell' acqua del nostro Reno : oltre che non v' è altro modo di prevenire lo strofinamento, che in restringendo l' orifizio, che mette fuori l' acqua : e questa è la ragione, per cui ad avere de' grandi getti si osserva, che i diametri de' lumi, che metton fuori l' acqua, sieno minori dei diametri de' cannelli che la conducono.

Finalmente quella maggior differenza di tempo, che fu osservata tra l' uscita del fluido dal sifone rettangolo, e dal circolare, appena mi si rende credibile, e possono negli sperimenti esservi intervenuti degli errori per molti titoli : primieramente perchè i cannelli in tutta la loro lunghezza non erano uniformi, ma più ristretti nel mezzo, che nell' orifizio; e questa differenza benchè insensibile pregiudica molto all' uscita dell' acqua, come ho varie volte provato : in secondo luogo perchè l' immersione dell' orifizio, che mette nell' acqua del vaso sottoposto, non permette, che si possa determinar bene la profondità di questo, sotto la superficie dell' acqua : in terzo luogo, che questa non sia stata sempre costante : in quarto luogo la cagione di sì gran differenza potria derivare dalla gracilità del sifone, la quale può assai più, come s' è detto, che se il tubo fosse stato più ampio. Per altro appresso il Mariotte si trovano vari sperimenti ne' tubi, le piegature de' quali erano rettangole, ne' quali non s' è rilevata tanta differenza dalla velocità intiera. Ma per non derogare senza solido fondamento alla fede del signor Papino (imperciocchè non ho agio di rinnovarli), sieno quanti si vogliano gl' impedimenti degli angoli retti, che ha ciò che far meco? Le mie proposizioni non parlan d' essi, e se mai nelle figure mi sono servito d' essi, io ho preteso di prescindere

dagl' impedimenti, che derivano dalla figura, essendomi messo a ricercare le leggi delle potenze, non delle resistenze.

Le cose fin' ora dette in difesa de' miei studi idrostatici sono tante, e così certe, che il signor Papino dovria deporre ogni dubbio circa le mie asserzioni: aggiugnerei più cose, se credessi averne bisogno. Da voi frattanto ho motivo di lusingarmi, che scuserete la lunghezza di questa lettera con quella bontà, con cui solete trattar meco; e se, come il desidero aveste genio di favorirmi col mandare una copia di questa lettera al chiarissimo sig. Leibnitzio, vi prego a salutarlo a nome mio, e supplicatelo a volerla comunicare agli eruditi della Lamagna. Procurate di mantenervi sano, e di conservarvi pel decoro della nostra Italia, e per vantaggio della repubblica delle lettere.

*Bologna li 24. Luglio 1697.*

# VISITA

FATTA

DA DOMENICO GUGLIELMINI

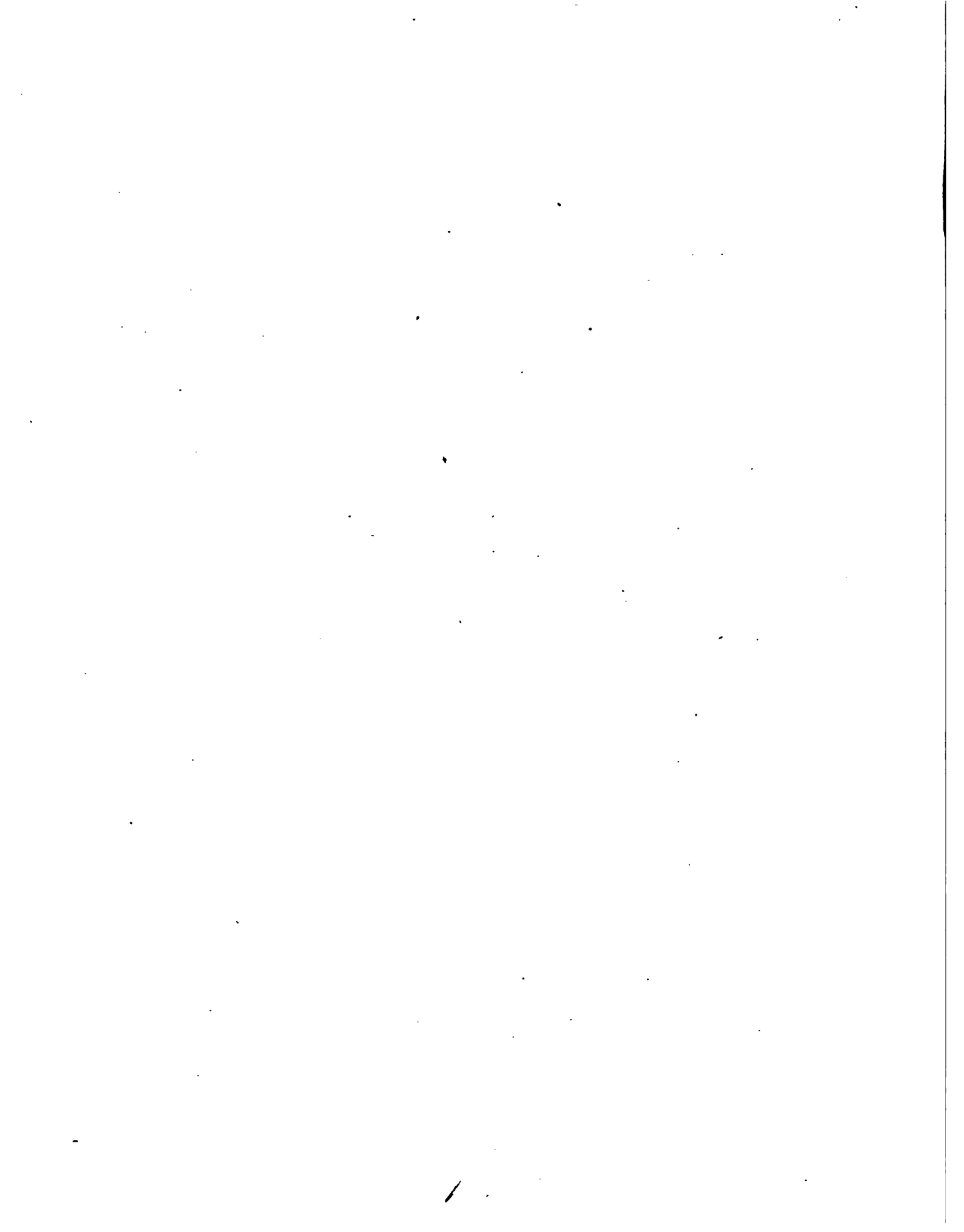
AL PO DI PIACENZA

IL GIORNO 9. APRILE 1706.

E LETTERA DELLO STESSO

## A SUA ALTEZZA IL DUCA DI PARMA

RISGUARDANTE I RIPARI DA FARSI IN DETTO PO.

*Scritture inedite.*

Arrivai in Piacenza, e portatomi alla visita dei ripari, trovai il primo superiore, e l' ultimo inferiore intieri, benchè in qualche parte deteriorati a cagione della piena straordinaria seguita il Novembre, e Decembre passato; era quello di mezzo demolito quasi del tutto a riserva di braccia 63, che restavano quasi intatte, dopo le quali vi sono braccia 92, delle quali la base è tuttavia in essere, ma vi corre sopra braccia 2, 3, 4, e al più cinque di acqua, ma senza gorgoglío, e con superficie assai liscia; al largo del qual sito verso la parte inferiore vi sono quasi da per tutto cantoni per una distanza dal mezzo del riparo braccia 30. in circa.

Questo sito è terminato da una colonna che è tuttavia in essere, la quale è distante dalla ripa braccia 155. sino al qual segno, o poco più in là, progetto di rifare il riparo, il che si farà con poca spesa. A riguardo del fondo sodo tanto nel sito della lavina, che della scarpa inferiore, e figurando che il riparo nel sito mancante s' abbia a rimettere in altezza di piedi 7. con la scarpa dalla parte di sotto decupla dell' altezza, e della parte superiore solamente dupla nella predetta lunghezza di braccia 92, e figurando che ognuno de' cantoni fatti sieno mezzo braccio cubo, e che i vacui che non si ponno sfuggire siano il terzo della solidità, vi vorranno circa sei mila cantoni, che mi si dice siano in estero già fatti sei anni fa di buona qualità, ed assai grossi. Di più dovendosi accrescere la scarpa alla parte del riparo tuttavia intiero, si è fatto scandagliare il fondo dalla parte di sotto in distanza di braccia 30. in circa, e vi s' è trovata per tutto braccia una e fino a sette d' acqua.

Ma lontano di più nel sito del canale radente il riparo, le seguenti profondità, cominciando dalla sponda destra 6. 12. 9. 8. $7\frac{1}{2}$, 13. 32. e queste in dirittura della punta del riparo hanno demolito, e più in là braccia 14, e poi braccia 8. in mezzo il più, ma più vicino alla ripa sinistra.

S' è fatto anco uno scandaglio a traverso del Po nel sito del passo, e vi s' è trovato braccia 9. 12, e 13. d' acqua, che altra volta non passava braccia 9, in 10, cioè nel tempo che si fece il primo, e secondo riparo.

Il corso del Po è quasi lo stesso ch' era l' anno 1700. In dirittura del casone del Bucentoro vi è l' isola di sabbia che fa i due rami,

quello a destra dicono abbia corroso molto di sponda, e quello a sinistra si è allargato da tutte due le parti; sicchè adesso tutta la riparazione sopra del passo per buon tratto, non lascia più l'acqua stagnante come prima.

Disotto dal secondo riparo a sinistra v' è un gran canale terminato a sinistra dalla spiaggia naturale del Po, ed a destra da una lingua d' alluvione fatta già dal detto secondo riparo in mezzo del Po. Questo canale si raddirizza verso il ramo sinistro dell' isola de' padri di S. Sesto, con profondità di piedi 10. 12. ec. ma nel principio del ramo dell' isola non vi è ora, che due piedi d' acqua almeno, che non v' erano l' anno 1700. mentre si passava a piede asciutto. Questo stesso ramo ha gettato a destra un altro ramo nuovo, che sul principio non ha molta profondità, facendo una raschiera, ma subito sotto ha sei, e sette piedi d' acqua, e va a terminare in Po con poca acqua, ma con gran latitudine. L' altro ramo però ha del profondo assai anche nello sbocco in Po.

Il dosso che forma il suddetto canale dalla banda destra fra le raschiere che forma il ramo maggiore del Po, nella più grande delle quali, che è la prima, non vi è che braccia $4\frac{1}{2}$ d' acqua nel maggior fondo. Questa era anche esistente nel 1700. come pure il canale radente il secondo riparo ma in là, e di sotto da essa ve ne sono due altre, la prima delle quali non è molto grande, ma l' altra prima della piena era la maggiore, ed è concorrente all' isola di S. Sesto; anzi assicuratasi dentro di essa va a terminare in dirittura del terzo riparo sfuggendolo senza incontrarlo.

Dall' acqua delle dette raschiere, e da quella del canale, che radendo il secondo riparo, si forma il ramo maggiore del Po, che va a cadere addosso il terzo riparo; ma perchè questi quattro corsi s' incontrano insieme fanno de' vacui grandi, e delle direzioni contrarie, ne nasce che incontra il detto riparo obliquamente facendo angolo ottuso verso la sponda, dal che ne accade un vortice furioso, che facendo tornare indietro l' acqua, corrode la sponda considerabilmente, il che merita attenzione per lo rimedio.

Il predetto terzo riparo è abbassato nella punta, sicchè ora l' acqua vi corre sopra, ma in poca altezza, facendo un gorgoglio, ed uno strepito considerabile; in dirittura di questo riparo il Po, o per dir meglio l' acqua di esso, corre in sì poca larghezza, che è poco di più della lunghezza del riparo, cioè braccia 150.

SERENISSIMA ALTEZZA PADRONE CLEMENTISSIMO

*La grande, e straordinaria piena del Po seguita nel principio del verno scorso, siccome ha prodotto un infinità di danni stravagantissimi per tutto lo tratto che s' estende dallo sbocco del Ticino sino al mare; così non ha voluto lasciare senza un segno della sua grande possanza il più forte genere di ripari, che siano mai stati praticati. Per tenere in freno il furibondo corso de' fiumi, cioè di quelli che sotto gli auspicii felici dell' Altezza Vostra Serenissima furono a difesa di questa sua nobilissima città fabbricati gli anni* 1699. 1700, *e* 1701. *Sono stati questi immobili contro la potenza del fiume per più anni, venendo in ubbidienza il di lui corso, e con ciò non solo conservano le sponde aggiacenti alla città, ma davano mostra di volerne nella parte inferiore ributtare la corrente alla ripa opposta, essendosi non solo formato un grande, ed assai profondo canale, tendente almeno anni sono quasi ridurre a siccità, che abbraccia a sinistra l' isola de' padri di S. Sesto; ma di più essendosi abbassato il fondo di questo di tal maniera, che nella prescritta siccità non mancò nel minor fondo d' un corpo di due braccia d' acqua, e nel più alto di dieci, o dodici, anzi essendosi aperto un nuovo ramo a traverso dell' isola stessa, che dà mostra per la facilità dell' introduzione d' esser disposto a ricevere col tempo un buon corso d' acqua per non dire il maggiore del Po.*

*Tutto ciò dava speranza d' esito fortunatissimo, se la piena suddetta esercitando i suoi sforzi maggiori contro il pennello di mezzo, non ne avesse demolita una parte, lasciandone però parte intatta, parte con poco danno in lunghezza braccia* 88. *ed altezza braccia* 100. *con profondamento del riparo, e quattro braccia sopra la superficie dell' acqua, mentre il restante più avanzato dentro il corso, non conserva*

*più veruna elevazione sopra il fondo, nè altro segno d' esservi stato, che l' esistenza de' cantoni in qualche luogo nel fondo del fiume stesso, o qualche distensione d' essi dalla parte di sotto.*

*Gli altri due ripari grazia a Dio hanno deluso la forza della piena particolarmente il primo che conserva ancora la sua struttura, e non ha altro difetto che il mancarli qualche cantone, e sulla cresta, e sulla scarpa, male antico, e cagionatoli dalle ingiurie inferitevi più dal tempo, e dagli uomini, che dal fiume. Difetto anche comune al terzo, che di più ha patito qualche abbassamento nella punta per cagione della corrente furiosa ch' egli è obbligato a soffrire, fatta tale dall' incontro delle diverse direzioni delle correnti, o raschiere, che vi cadono addosso, e che vi producono anche un vortice, il quale radendo la parte superiore del pennello stesso, e la sponda contigua, hanno fatto una qualche diminuzione nella scarpa, e quivi qualche corrosione nelli ripari.*

*Onorandomi perciò la somma clemenza di V. A. Serenissima col comandarmi d' umiliarle la mia opinione in proposito del riparare questi danni, non posso che rimettermi sulle prime idee con qualche piccola aggiunta, quando l' esperienza mostri che sia necessario.*

*Se però i tre ripari già fatti sì in ordine alla situazione, che alla robustezza, e sussistenza, hanno secondata l' intenzione di V. A. Serenissima ne viene in conseguenza, che il rimettere le cose nello stato primiero, debbano tornare a produrre gli effetti stessi, e a ristabilire non solo la difesa della città, ma ancora la speranza dell' allontanamento del corso maggiore della sponda.*

*Pertanto il mio umilissimo sentimento sarebbe di rimettere il secondo pennello non in tutta la sua lunghezza primiera di braccia* 250*, ma solo sino alla dirittura della colonna, che tuttavia sussiste, cioè in distanza dalla ripa braccia* 155. *alzandolo due braccia in circa sopra il pelo dell' acqua presente, e dandoli per la scarpa superiore la*

*naturale; che richiedono i cantoni per stare ben uniti, e posati, ma dalla parte inferiore molto maggiore, e sino a fare che sia sette o otto volte più dell' altezza, consistendo in questa il maggior fondamento di sussistenza contro i più violenti corsi, e le piene più grandi del Po a riguardo della caduta dell' acqua, che è sempre meglio ricevere sul crine del riparo, dove non si può fare profondazione, che sul terreno di sotto, dove facendosi escavazioni, è facile che i cantoni vi si seppelliscono dentro, e da ciò ne accada a poco a poco la demolizione del riparo.*

*È anche utile, non dirò assolutamente necessario, che la superficie superiore del riparo sia ben regolata, e il più che far si possa liscia ed eguale, il che è facile da fare incastrando i cantoni come fu fatto nella costruzione del primo riparo, perchè in tal maniera non trovando l' acqua delle piene alcun ostacolo, che quello della solidità, facilmente fugge, nè fa sforzo contro veruno de' cantoni, che perciò non potendo essere svelti dal proprio luogo, conservano il riparo nella sua conveniente figura, e conseguentemente lo rendono più forte, e sussistente.*

*Questa operazione sarebbe bene di farla prima della piena, che ordinariamente suole venire di Giugno, ad effetto, che non si mutassero di più le correnti del fiume a pregiudizio della ripa destra, e del riparo inferiore, anzi per procurare, che le correnti stesse tornassero alle loro primiere direzioni, le quali per quanto intendo erano senza danno. Per altro i cantoni che s' hanno quando siamo al* N.° 5. *di migliaia 5. o migliaia 6. come si suppone, saranno bastanti per compire questa operazione, e quando ne avanzasse si potrebbero impiegare al ristauro del terzo riparo.*

*Questa ricerca la seconda inspezione, che consiste primieramente in regolare i cantoni che ora vi si trovano messi alla rinfusa, dandogli come ho detto di sopra una superficie eguale; poscia in rialzare la punta, che si scorga in qualche piccola parte abbassata, ed in fine in allargargli la scarpa inferiore che anch' essa si trova in gran parte difettosa.*

*Se poi ciò fatto avanzassero qualche numero di cantoni, si potrebbero impiegare in risarcire i piccoli difetti del primo riparo, per rimetterlo nel suo primiero, e lodevole stato, dal quale preservato contro gl' insulti dell' ultima piena.*

*Per ridurre il secondo riparo alla lunghezza, non di prima almeno quanto più si può, e per altro occorrendo bisognerà preparare nuovi cantoni, cosa che ricerca del tempo; e per ciò non sarebbe male cominciare presto per averli quando bisogna. Ve ne saranno necessarii migliaia 12, o migliaia 14. de' quali la metà vi vorrà per lo prolungamento del riparo suddetto; e gli altri potranno servire per fare un altro riparo occorrendo, e pel risarcimento annuale di già fatto.*

*Il prolungamento però del secondo riparo di là dalla colonna sopra mentovata, io non sarei di sentimento si dovesse fare, se non dopo essere venute tre o quattro piene del Po per vedere di fare appressimare le alluvioni, (che furono fatte dal riparo quando era esteso dentro la corrente braccia 250.) alla ripa stessa, e con ciò appianare il canale che ora rade la ripa destra. Quando ciò si fosse ottenuto, ovvero quando si vedesse, che la natura non assistesse a questo fine desiderato, allora si potrebbe dar mano al prolungamento di altre cinquanta braccia in circa, sito assai comodo per operare, non essendovi fondo al più che di 9. braccia, da lì in là crescendo il fondo a 13. e fino a 19. braccia, vi s' impiegherebbero troppi materiali, e un gran dispendio, senz' utile corrispondente.*

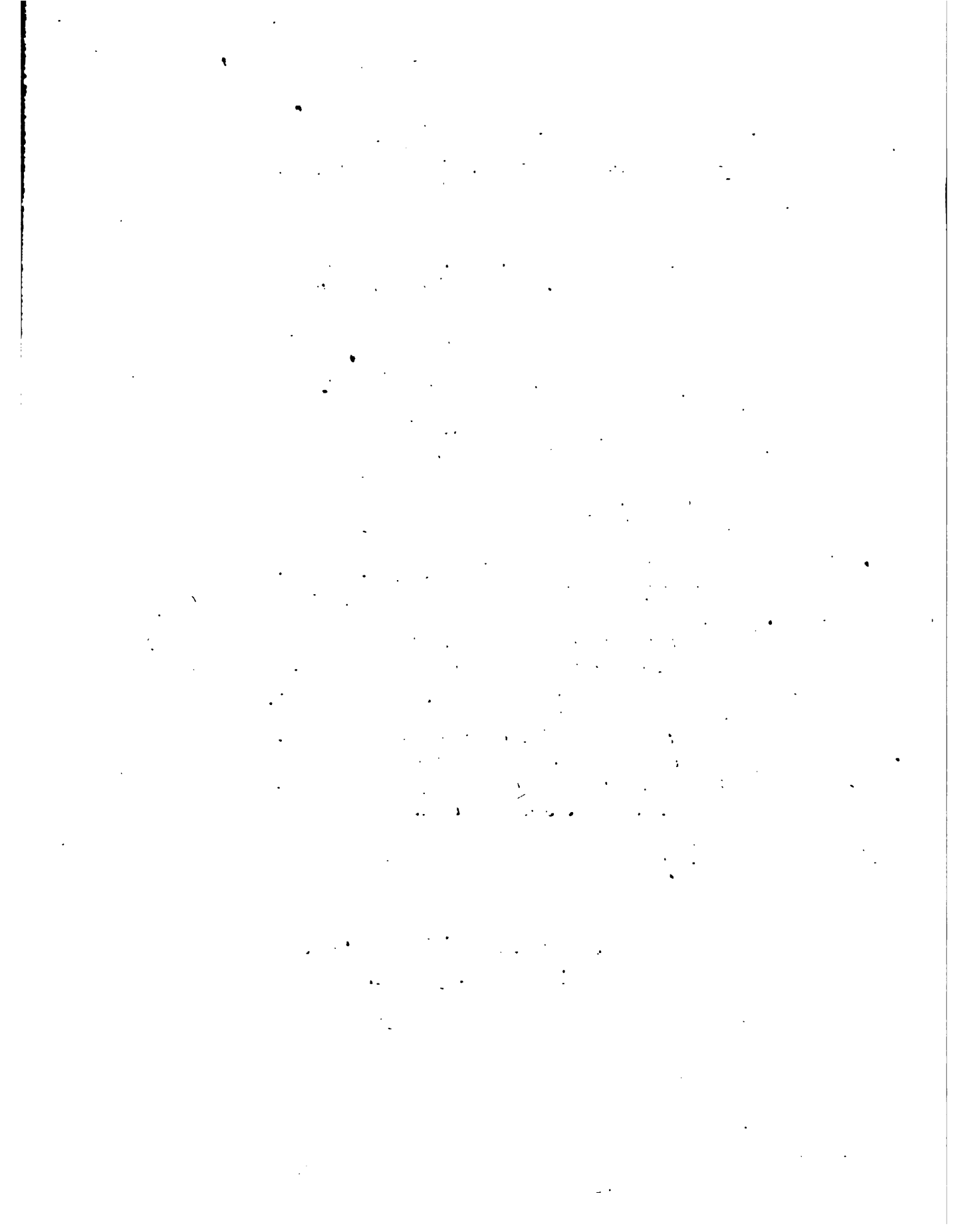
*La mutazione delle direzioni che cagionano il gran tormento presente al convenuto riparo, e il motivo sopra detto, può essere che col rifacimento del secondo si alteri, e si riduca allo stato primiero, o almeno tollerabile. In tal caso non occorre sopra ciò altro riflesso, ma quando tuttavia continuasse lo stato presente, non sarebbe male pensare a fare un altro piccolo riparo al di sopra di esso, che voltando il corso dell' acqua che rade la ripa destra contro quello delle raschiere, le obbligasse a tenersi al largo del riparo stesso; con ciò si solleverebbe la ripa dal tormento del vortice, e*

*il riparo dall' incontro obliquo delle raschiere medesime.*

*Pertanto è superfluo ch' io supplichi V. A. Serenissima a comandare che sia tenuta la dovuta cura de' ripari col rimediare di tempo in tempo, e secondo le occorrenze a' danni che va loro inferendo l' ingiuria del tempo. Il peso, quando il secondo non è ben sodo, e il corso dell' acque più grosse, che sconvolgono i fondi de' fiumi, fanno che i ripari s' abbassino, e ciò ricerca rialzamento; le escavazioni che ponno farsi sì al disopra, che al disotto de' ripari, o per li vortici, o per le cadute dell' acque dalla cima de' medesimi in tempo di piena ponno ingoiare almeno in parte i cantoni, che formano le scarpe, e ciò addomanda risarcimento della parte mancante, ed in fine i ghiacci, i caldi eccessivi, le percosse accidentali, ed altre simili cagioni, ponno rompere, e consumare i cantoni, che formano particolarmente la superficie de' ripari, e questo ricerca, che se ne rimettano de' nuovi in luogo de' mancanti; quando s' abbia l' attenzione, a provvedere ai piccoli danni, la conservazione sarà di spesa insensibile, ma se all' incontro l' incuria lascierà che gl' insensibili pregiudizii inferiti ai ripari si avanzino, e ne cagionino de' sensibili, e grandi; può succedere quello che è accaduto nella gran piena passata, e che la spesa delle riparazioni si moltiplichi a gran segno, oltre che ponno darsi de' casi ne' quali le riparazioni siano di maggiore dispendio, che le nuove costruzioni.*

*Tanto ha creduto la mia ubbidienza, zelo, dovere, umilissimamente sottoporre a' savii, e prudenti riflessi di V. A. Serenissima per iscarico della mia puntualità, con che abbassandomi al bacio più ossequioso del lembo delle vesti, mi dico*

*Di V. A. Serenissima.*

*Umo Obbmo ed Ubbmo Servo*
DOMENICO GUGLIELMINI.

# LETTERA INEDITA

## *SCRITTA*

## AL CARDINALE D' ADDA

## RISGUARDANTE

## IL CANALE NAVIGLIO DI BOLOGNA.

La situazione del Canale Naviglio porta seco necessariamente due inspezioni: l' una, e la principale, è la navigazione, l' altra è la bonificazione laterale, particolarmente in siti inferiori, e da che egli fu escavato, non è mai andata disgiunta l' una dall' altra, ne ponno in avvenire separarsi, se pure si vuole mantenere la stessa navigazione.

Vi vuole corpo d' acqua sufficiente, che sia sempre regolata ad once trenta in altezza per navigare, ma vi vogliono anco sponde, che tengano incassata, e unita l' acqua, altrimenti dispargendosi si perderebbe l' altezza necessaria. Se per lo passato non si fossero fatte bonificazioni, l' acqua delle valli sarebbe da gran tempo in quà sotto il piede degli argini delle testate, e devendosi alzare come più di una volta a quest' era n' è venuto il bisogno, non si avrebbe avuto dove prendere la terra per farlo. Le bonificazioni adunque essendo state quelle che l' hanno somministrata, hanno altresì contribuito alla manutenzione del canale, e della navigazione.

Se l' acqua del canale fosse abbondante potrebbe fare l' uno, e l' altro effetto a perfezione, ma essendo scarsa non può di meno, che quella parte di essa, che ne produce uno, non pregiudichi all' altro, quant' acqua si deriva dal canale per le bonificazioni, altrettanta ne manca all' uso della navigazione, e se l' acqua si vuole adoperare tutta alla navigazione, manca alle bonificazioni.

Per lo passato è stato supplito al difetto dell' acqua che si mandava alle bonificazioni, col sostenere il restante mediante alcune portine, che erano nella casa della gabella a Malalbergo, per cagione del qual ristagno ella acquistava corpo, ed altezza sufficente alla navigazione, e con tale artificio si è ottenuto l' uno, e l' altro beneficio.

Vero è che il ristagno dell' acqua cagionava interruzione nel canale, nella parte inferiore; a questo si rimediava col dar moto di quando

in quando all' acqua stessa, dandogli sfogo sotto le predette portine alzate, succedendo allora l' effetto a misura del bisogno, col benefizio della gran caduta, che avevano le acque del canale, sopra quella delle acque contigue, la quale dava loro una velocità considerabile, ed atta a levare in poche ore le deposizioni succedute in una settimana.

Tal caduta è mancata per le ben note cagioni, onde n' è venuto altresì a mancare il beneficio, e dove per lo passato l' alzamento delle portine espurgava il canale, ha cominciato a venire a nulla, ed a risentirsi nel canale di sopra gli effetti degl' alzamenti de' fondi inferiori, con pari alzamento del fondo di esso.

La costruzione della nuova Bova in luogo delle portine, o piuttosto l' essere stata tenuta, come intendo, la soglia di essa più alta del dovere; il non esservi aperti i diversivi di essa da molto tempo in quà, forse il non esser questi di sufficiente larghezza ec. hanno fatto conoscere l' inarridimento del canale, che oggi nella parte inferiore non si trova più corpo d' acqua sufficiente al bisogno della navigazione.

Viene accusata per cagione di questo male l' erogazione dell' acqua del canale all' uso delle bonificazioni, ne si può negare, che se tutta l' acqua restasse in esso, o almeno quella porzione, che potesse mantenervi un' altezza viva di once trenta non resterebbe pregiudicata la navigazione, e si potrebbe continuare a navigarvi dentro senza l' aiuto di alcun edifizio, sino a che ella cominciasse a disperdersi nella parte inferiore; ma se le bonificazioni s' hanno anch' esse ad avere in riflesso, come si è provato, ed a quel segno, che basti per mantenere i terreni laterali al canale, più alti della superficie dell' acqua delle valli, non si può dar tutto alla navigazione, ma solo così attemperare le cose, che l' una parte non pregiudichi all' altra, altrimenti o per l' una, o per l' altra maniera si perderà irrimediabilmente l' uso del navigare.

Non sono poi nè anche le bonificazioni la cagione unica del detto sconcerto; e perciò non a costo di esse sole si deve desumere quel tal rimedio, che si può avere, ma da tutte le altre cagioni, che vi concorrono, e a quello che non si può per altra strada, si faccia che soddisfi il regolamento delle chiaviche della bonificazione.

Vedo proposto per unico rimedio l' alzare le soglie delle chiaviche once trenta sopra il fondo del canale ad oggetto che vi resti sempre l' acqua in detta altezza, che è la necessaria alla navigazione, ed il restante vada ad uso delle bonificazioni.

Contro questo progetto sono molte cose; prima, che le bonificazioni restano soverchiamente pregiudicate, e se per lo passato con quasi tutta l' acqua del canale hanno stentato le bonificazioni a

conservarsi superiori all' acqua delle valli, non potranno con tanto meno acqua soddisfare al bisogno, e tanto sarà, come se fosse loro levato tutto il comodo di bonificare.

2.° Che questo ciò sia, bisogna levare affatto la Bova di Malalbergo per dare esito all' acqua, che si vuole mantenere in canale, altrimenti l' acqua serrata di sotto dalla Bova, e lateralmente dai muri delle chiaviche, perderà nelle parti inferiori affatto il moto, e riempirà di limo il canale stesso dalla Cagiossa sino a Malalbergo.

3.° Che l' alzamento delle soglie ad once trenta sopra il fondo è di più del bisogno, perchè dovendo scorrere l' acqua sopra le soglie in qualche altezza, vi sarà in canale sempre quella di più, che sarà sopra le soglie stesse.

4.° Che bisognerà alzare gli argini del canale con grave spesa, perchè non succedano inondazioni in tempo di piene, le quali è facile il congetturare ciò, che fossero per fare dentro Malalbergo stesso, particolarmente se l' acqua non avesse libero esito verso le parti inferiori.

Vedo anche proposta l' escavazione del canale, e la situazione delle soglie nel fondo di detta escavazione, regolata con una cadente tirata dalla soglia inferiore del molino del Bentivoglio, sino all' alveo di Reno dentro la valle, abbassando anche la Bova di Malalbergo sino ad essa.

Anche contro questa proposta vi sono molte difficoltà; prima, che tale cadente è affatto arbitraria, non potendo essere su d' una linea retta, ed essendo tirata da termine a termine senza considerazione di caduta, che non sarà seguitata dalla cadente, e fatta che sia l' escavazione della terra sopra di essa torneranno in breve a formarsi gl' interrimenti (se non s' alterano le cose dello stato presente) affatto, e più che adesso, onde sarebbe gettata la spesa altrettanto grave, quanto di corta durata il beneficio.

2.ª Che le chiaviche ciò non ostante assorbirebbero più del dovere anche sul proposito della operazione fatta, perchè l' escavazione del fondo non farebbe però alterare, che insensibilmente la superficie dell' acqua, che essendo resa ora più alta delle soglie, di quello che fosse al tempo della concessione, scarica molto più acqua che allora, e l' alzamento di poche chiaviche non farebbe vantaggio sensibile, e forse niuno al canale, restando la maggior parte nello stato d' adesso.

3.ª Che siccome la prima proposta non ha altra mira che immediatamente alla navigazione, così questa non l' ha che alla bonificazione.

Dovendosi per tanto aver riguardo all' una, e all' altra, siccome alle cagioni tutte prodotteci dell' interrimento del canale, ed alla mancanza dell' acqua; per mio sentimento deve prendersi altra foggia di discorso.

1.° Le chiaviche scaricano più del dovere, non v' ha dubbio perchè il canale delle parature, che porta quello che avanza alle chiaviche, si trova in oggi più scarso d' acqua di quello fosse per lo passato; adunque bisogna regolar queste non solo riducendole alla quantità della concessione, ma levandone a ciascheduna tanta quantità, quanto sia quella, che presa in corpo possa supplire al difetto della caduta perduta dal canale nelle valli, e niente più. Tale moderazione si farà alzando le soglie delle chiaviche almeno sul fondo presente del canale, o piuttosto once trenta sotto il pelo ordinario dell' acqua, senza considerazione di fondo, e nel resto restringendo le medesime chiaviche, prima per un terzo della loro larghezza, e non bastando si riducano alla metà della larghezza presente. Il tenere le soglie sul fondo presente servirà per mantenere il canale scavato nelle parti superiori, e il restringerle, per accrescere acqua viva al canale stesso. Per pelo ordinario del canale, m' intendo quello, che si troverà, quando serrate tutte le chiaviche, sarà sostenuta l' acqua a Malalbergo in altezza di once 30, il qual pelo segnato su li muri delle chiaviche darà regola alla situazione delle soglie sotto di esso.

2.° Perchè l' acqua viva vuole sfogo, bisogna fare, che giunta a Malalbergo non sia trattenuta, e se non farà altezza bastante, si può trattenerla in superficie, regolandone l' altezza coll' uso di una, o più porte, alzate più o meno secondo il bisogno, sicchè però l' acqua non abbia mai esito al di sopra, ma sempre al disotto di esse porte.

3.° Perciò bisogna abbassar qualche poco sotto il fondo del canale delle parature, preso in sito regolato la soglia della *Bova*, il quale abbassamento si figura in circa once 3, cioè al piano della soglia del risoratore, anzi bisogna convertire le portine di esso in saracinesche, non potendo elleno avere nello stato presente alcun uso per la navigazione, ma bensì servire pel regolamento del canale, in luogo delle portine levate.

4.° È necessario di tener vivo l' uso di lasciar correre il canale liberamente ne' giorni destinati, come altre volte si voleva fare, proibendo in detti giorni l' uso delle chiaviche di qualunque sorte, perchè da ciò dipende tutta la conservazione del canale, la quale ottenuta dà luogo a maggiore liberalità nella concessione dell' acque derivate.

5.° E perchè io non credo che gl' interrimenti presenti del canale, come assodati dalla lunghezza del tempo, possano levarsi almeno a sufficienza dal solo corso dell' acqua, quanto si voglia accresciuto, e libero; perciò sarà necessaria l' escavazione di quel tratto di esso, fra Malalbergo, e la Cagiossa secondo la linea cadente del fondo segnata di color rosso nel profilo sottoscritto da' signori Valeriani, e Uccelli, come quella, che meno si discosta dalla vera, e più

confacevole al corso dell' acqua. Il che tanto più è necessario, quanto che intendo trovarsi le testate in detto sito in bisogno di alzamento, al che può servire la terra di detta escavazione.

6.° Vedendo nel profilo accennato, che nel canale delle parature si trova un arginello, o cavedone a traverso, che sostenta le acque di esso, e cagiona alzamento nel fondo di esso canale, più di quello possano influire le cagioni più basse, e tale alzamento del canale delle parature tira in conseguenza quello del canale superiore, però conferirebbe almeno a definire i pregiudizi l' ordinarne la demolizione.

Con questi mezzi suggeritomi, non meno dal fatto stesso, che dal desiderio, che ardentissimo conservo di ubbidire agli umanissimi comandamenti di Vostra Eminenza, spero che possa conservarsi la navigazione del canale superiore, e mantenersi nella miglior maniera possibile l' opera utilissima, e necessaria delle bonificazioni, e così soddisfare nel tempo medesimo al bisogno, e pubblico, e privato con nuove concessioni regolate come si è detto.

Con che mi rassegno

Di Vostra Eminenza.

Bologna 20. Luglio 1702.

*Umo Devmo ed Obbmo Servo Ossequiosissimo*

Domenico Guglielmini.

DELLA

# LINEA CADENTE DEI FIUMI

## CHE CORRONO IN GHIARA.

*Opuscolo inedito.*

Noi vediamo per esperienza, che i fiumi, che portano sassi, hanno ogn'uno un sito determinato dove cessa la loro attività di spingerli più avanti; ma non perciò giungono al medesimo termine sassi di ogni grandezza, e figura, ma i più grossi, ed angolosi vengono trattenuti nelle parti superiori, dove per lo contrario più si avanzano i più minuti, ed eguali di superficie. Egli è cosa maravigliosa il considerare, che dalle rupi mediante i rivi, o torrenti maggiormente declivi siano portati negli alvei de' fiumi maggiori materie ghiarose, e sassose, e non ostante non si elevino i loro fondi per cagione delle materie concorrenti, o altrimenti non progrediscano più avanti, come a prima vista pare dovesse ragionevolmente succedere.

Bisogna perciò riflettere, che sì dal continuo corso dell' acque, sì dal violento sfregamento che fanno i sassi mossi dall' acqua uno con l' altro continuamente si diminuisce la loro mole, sfarinandosi in materia arenosa, e che per la sua sottigliezza comincia ad incorporarsi coll' acqua, e viene portata molto più lontana, che il sasso medesimo; quindi a proporzione, che va mancando la ghiarella nelle parti inferiori, ne va di mano in mano succedendo dell' altra di pari grossezza trattenuta nelle parti superiori, o dall' impedimento dei sassi più grandi, o dalla grandezza antecedente della propria mole, o pure dalla insufficiente declività del fondo dell' alveo.

Poichè egli è manifesto che sopra un fondo scabro come quello dei fiumi di simil sorte, maggior forza si richiede per ispingere un sasso di mole, e figura determinata, quando l' inclinazione del fondo medesimo sarà minore, che quando sia maggiore, per conseguenza la forza predetta basterà a smuoverlo toccando il fondo declive v. g. venti gradi, e non sarà sufficiente a spingerlo avanti, se l' inclinazione non oltrepasserà li gradi 19, la quale però basterà a permettere il progresso ad un sasso di peso minore, o di figura più atta al moto.

Regolarmente adunque si ferma il sasso nell' alveo di un fiume per mancanza di pendio proporzionato al proprio peso, e figura, ed alla

forza del fiume movente; e perciò essendo nella ghiara de' fiumi ogni sorta di grossezza, e figura, e l'energia del fiume una sola, e determinata dalle massime escrescenze, bisogna necessariamente asserire, che la cadente d'un fiume che corre in ghiara non sia una linea retta, come quella che non porta seco che un solo declivio proporzionato ad una sola condizione di materia; ma bensì curva nella quale si trovano successivamente i difetti di tutte quelle declività, che ponno arrestare la ghiaia in tutte le sue differenze.

Quindi evidentemente apparisce poi la ragione per la quale nelle parti più alte de' fiumi si trovano sassi più grossi, e nelle inferiori sola ghiarella minuta; perchè cioè anche un maggiore declivio basta per trattenere le materie più pesanti, che non è punto sufficiente ad arrestare le più leggieri, le quali perciò più oltre s'avanzano.

E perchè li sassi più grossi si vanno, come sopra si è detto continuamente assottigliando, ne segue, che essi medesimi arrestati in un luogo, e sminuiti che sieno di mole, anche più oltre s'avanzino; e che perciò deve accadere alzamento di fondo, perchè essi succedono ad occupare il luogo di altri più piccoli, anch' essi per la collisione ridotti a peso minore, o sminuzzati in arena.

Vassi dunque continuamente distruggendo, e continuamente altresì riparando la curvità della cadente de' fiumi che corrono in ghiara, ma non ostante ella è determinata in natura, e regolata dalla forza dell' acqua, e dalla condizione delle materie, che devono essere spinte avanti, e dal consumo, che di esse necessariamente succede, ed è così determinata tale curvità, che alterandosi sensibilmente, come accade nella costruzione delle chiuse, essa in breve corso di tempo viene riparata elevandosi il fondo proporzionalmente in tutte le sue parti, più però nelle inferiori, meno nelle superiori, come v. g. se una tale cadente fosse la linea curva ABC (*fig.* 25. *tav.* 4.) ed in B fosse costituita l'altezza della chiusa BE, si formerà dallo stesso principio A un'altra linea cadente ADE in tutto, e per tutto simile, ed eguale alla AFB, e nella parte inferiore BC non si altererà sensibilmente la linea BC, come ch' ella deve restare tale quale basta per arrestare la ghiara da B in C, come si vede accadere alle nostre chiuse di Casalecchio, e di S. Roffillo.

Al termine di questa cadente si connette quella che è proporzionata alla sabbia, la quale per essere d' una stessa natura, cagiona che detta cadente si disponga in linea retta, più e meno inclinata secondo il corpo d' acqua del fiume, e più o meno alta secondo che il fiume ha lo sbocco più alto, o più basso; quindi allo abbassarsi dello sbocco, se niente osti, deve in un tratto di tempo necessariamente succedere l' abbassamento proporzionato della curva cadente della ghiara, ed all' elevarsi del medesimo bisogna, che corrisponda pari

elevazione nell' alveo del letto ghiaroso. E perchè all' abbassamento dello sbocco equivale l' abbassamento della linea, siccome l' elevazione dello sbocco alla protrazione della medesima; quindi corrispondono a questi due casi, eguali gli effetti.

Non è però da credere, che contemporanei debbano essere nell' una, e nell' altra cadente gli alzamenti, e gli abbassamenti, ma prima dovrà seguire l' escavazione del fondo arenoso, come quello, che a cagione della più copiosa materia si fa sollecitamente più di quello possa alzarsi un fondo ghiaroso, e può darsi il caso, che con più prestezza si elevi il fondo arenoso d' un fiume di quello possa fare l' alveo ghiaroso, in maniera che sembri, che a cagione dell' alzamento inferiore le ghiaie vadano restando sempre più indietro. Ma egli è evidente che troncata nella parte inferiore la curvità della cadente sassosa, non lascia però la parte superiore di essere così declive da portare la materia che sorte nel sito del fiume, in cui antecedentemente portavasi, e perciò accadendo, che ve ne sia spinta, come continuamente succede, necessariamente deve coacervarsi, ed elevarsi a poco a poco il fondo superiore, ed a proporzione dell' escavazione spingersi più avanti le ghiare più minute, il quale effetto dovrà tanto continuarsi, sino che sia restituita qualche curvità alla cadente, che l' è stata destinata dalla natura.

# PROBLEMA

## SE IL PROPORZIONARE CON L' ARTE L' ALVEO A DIVERSI FIUMI UNITI SIA COSA POSSIBILE?

*Opuscolo inedito.*

Le acque portate dai fiumi, o sono chiare, o torbide, e gli alvei di essi o sono composti di parti ammovibili, o no; quindi si fanno quattro casi possibili.

1.° Che un fiume porti acque chiare, e scorra per un alveo resistente alle corrosioni.

2.° Che porti acque chiare di sua natura, ma scorra per un alveo di parti ammovibili.

3.° Che porti acque torbide, che scorrono per un alveo resistente.

4.° Che porti acque torbide, che scorrono per un alveo di parti ammovibili.

### NEL PRIMO CASO.

Qualunque alveo sia preparato, se sarà capace di portare le massime piene, non potrà essere alterato, che per cause accidentali, e fuori di regola, come a dire delle concrezioni tartarose, che fanno le acque, a giudizio del senso chiarissime, nelle parti laterali de' propri alvei, come accade negli acquedotti delle fontane, particolarmente se le acque partecipano del minerale; e si dice succedere nella terra in vicinanza di Terni.

### NEL SECONDO CASO.

Bisogna distinguere se il fiume avrà la cadente stabilita o no; se il primo manterrà il proprio fondo senza elevarlo, od escavarlo, che per cause accidentali v. g. se la disposizione delle ripe, o di qualche ostacolo frapposto rivoltasse la corrente in moti vorticosi si cagionerebbero gorghi, e la terra scavata sarà portata in sito dove l' acqua abbia così tardo il moto da permetterne la disposizione, e da non sollevarla più; tali alterazioni però sono insensibili, e non se ne fa caso. Se poi non sarà stabilita la cadente, ciò sarà, o perchè l' inclinazione di essa sia tanta, che l' aderenza che hanno le parti del fondo fra se medesime, sia tale, che non possa resistere alla velocità dell' acqua, e perciò sia obbligata a patire divulsione d' una parte

all' altra, e in tal caso valendo più la velocità dell' acqua per rodere il fondo, che questo per resistere, succederà, che l' alveo continuamente si escaverà sin tanto che l' inclinazione della cadente si sia resa così dolce, che tanto possa la velocità, e sforzo dell' acqua per corrodere, quanto l' aderenza delle parti del fondo per resistere; ed allora pareggiandosi la potenza con la resistenza cesserà ogni ulteriore escavazione; facendosi allora il fondo come se fosse composto di parti non più ammovibili, essendo che l'ammovibilità, o non ammovibilità delle parti si determina in paragone della forza tendente ad ammoverle. In secondo luogo può la cadente non essere stabilita perchè la inclinazione dell' alveo sia molto meno di quello occorre per resistere alla velocità dell' acqua, ed in tal caso è chiaro, che essendo anche maggiore l' adesione delle parti del fondo per resistere alla velocità dell' acqua, questa non opererà, ma lascerà il fondo nello stato nel quale lo troverà senza escavarlo per mancanza di *forza*, e senza interrirlo per mancanza di materia; la quale *però* essendo somministrata o dalla generazione de' gorghi, o dalla corrosione delle ripe, o da impurità di materia mischiatavi per accidente, si alzerà qualche poco il fondo nei siti dove sarà più *facile* la *deposizione*.

### NEL TERZO CASO.

Se il fiume correrà torbido per un alveo resistente; bisogna distinguere, perchè o la velocità dell' acqua è tanta da non lasciar deporre la torbida, e in tal caso viene ad essere equiparata *l' acqua* torbida alla chiara, ma che il fiume non ha in tutti i luoghi eguale la velocità, che regolarmente è maggiore nel mezzo dell' alveo, che vicino alle sponde, rallentandosi sempre quanto più dal mezzo si scosta quando si troverà l' acqua così indebolita di velocità, che non potrà più sostenere incorporata la torbida, bisognerà la deponghi, e sempre più presto la deporrà quanto minore sarà la velocità, che rendendosi sempre minore quanto più si accosta alle ripe, è *cagione* che le deposizioni laterali si fanno a scarpa pendente verso il mezzo, come si osserva nelle ghiare, ed alluvioni che si fanno nel fondo de' fiumi, non potendo queste mai farsi orizzontali, che in acqua stagnante, o sempre egualmente torbida, o pure in siti dove eguale sia la torbida, ed eguale il grado di velocità, ma non sufficiente.

Se poi la velocità del fiume non sia tanta, nè anche nel mezzo da sostenere incorporata all' acqua la materia o arenosa, o limosa la deporrà per tutto l' alveo inegualmente; però a proporzione della velocità, che possedeva in ciascuna delle parti del proprio alveo, ed allora cesserà la condizione di avere il fondo, e le sponde resistenti, e perciò caderà sotto le considerazioni registrate.

Se il fiume correrà torbido in un alveo di parti ammovibili, che è il caso non solo il più frequente, ma poco meno che universale; ancora in questo bisogna distinguere, perciocchè:

O il fiume avrà tale inclinazione di fondo, che l'aderenza delle parti di questo non possano resistere allo sforzo, che fa la velocità dell'acqua per superarla, ed in tal caso sia questa o torbida, o chiara, il fondo s'escaverà, come si è detto nel secondo caso sino a rendersi così addolcita la cadente, che la velocità dell'acqua non possa più svellere le parti, delle quali è constituito il fondo; e tale inclinazione per questo mezzo acqnistata sarà la cadente stabilita dalla natura sopra la quale non si farà alzamento, e sotto la quale non si farà abbassamento veruno.

O pure l'inclinazione del fondo sarà anche minore di quello che bisogna per resistere alla divulsione delle proprie parti tentata dalla velocità dell'acqua, ed allora tanto più resisterà il fondo all'escavazione; e potrebbe questo essere anche qualche poco più pendente per resistere alla medesima; ogni volta adunque che o nel cessare delle piene, o nella mediocrità di queste si faranno deposizioni nel fondo dell'alveo, sopravvenendo le piene maggiori non potranno levare la materia antecedentemente deposta, se ella non sarà superiore alla cadente che è la prima a resistere alla forza dell'acqua; quella cioè che di sopra si è detta essere determinata dalla natura, e questa si chiama la cadente propria di un fiume, e questa perciò viene nei siti di poca pendenza, essendo più tosto un effetto della velocità con la quale si equilibra, che causa della medesima, come volgarmente si crede, dipendendo essa in grandissima parte dall'altezza dell'acqua che la cresce, e sminuisce a proporzione.

Quindi è (per venire al punto) che per determinare la quantità della inclinazione di queste cadenti, bisogna considerare la condizione della materia della quale viene ad essere constituito il fondo dell'alveo, cioè se ghiara grossa che più resiste al moto, se ghiarella, se sabbia grossa, se sabbia minuta, se limo ec. che gradatamente meno, e meno resistono; è perciò con maggiore inclinazione di fondo resiste all'escavazioni la ghiara grossa, con minore la ghiarella, con molto minore la sabbia grossa ec.; e quindi nello stesso fiume vengono formate diverse cadenti secondo la diversa resistenza della materia del fondo. Tale resistenza è composta di tre cose; 1.° di gravità di materia; 2.° di aderenza di parti; e 3.° di inclinazioni di piano; essendo certissimo rispetto alla prima che più facilmente sono portate, o spinte dall'acqua le materie più leggieri, che le più gravi; e perciò in caduta di otto piedi per miglio, può bene resistere

la ghiara grossa ad essere distaccata dal fondo, ma non la ghiarella, non la sabbia; rispetto alla seconda meno resistono le materie sciolte, come la sabbia, che le unite, come la creta, o il tivaro; e rispetto all' ultima più resiste all' essere mossa una materia situata sopra un piano orizzontale, o poco inclinato, che sopra di uno di considerabile inclinazione.

In oltre si deve paragonare la predetta resistenza alla velocità dell' acqua, perchè questa in grado maggiore svelle sulla stessa inclinazione di fondo materie più grosse, che non potrà muovere un puntino se sarà constituita in grado minore, e perciò è necessario stabilire i principj della velocità de' fiumi, i gradi con i quali essa cresce, e supponendo per ora, che essa dipenda dalla sola altezza dell' acqua, è d' uopo per determinare la cadente sapere che altezza avrà l' acqua nelle massime piene, e che grado di velocità può imprimere a se medesima nel fondo dell' alveo, il quale se potrà *superare* la resistenza del fondo, lo scaricherà ec.

Questo paragone poi di forza, e di resistenza è difficilissimo, e sin ora non si sa che alcuno l' abbia neppure tentato, non che fatto, o datone regole.

Bisognerebbe prima determinare, v. g: Piedi 20. di altezza viva d' acqua hanno tanto di forza che s' equilibrano con la resistenza che fa la sabbia di una certa grossezza, quando ella sarà disposta in un piano cadente, per esempio once 4. per miglio; così della sabbia più minuta, del limo, e delle ghiare di tutte le grandezze, e così anche di tutte le altezze vive dell' acqua, e questo *modo non si* può ottenere che da esperienze moltiplicate e replicate, difficilissime da ridursi a metodo per la irregolarità propria, e connaturale degli alvei dei fiumi; o pure trovare una regola generale a priori, che insegnasse di calcolare o l' egualità, o gli eccessi di queste forze e resistenze, e bisognerebbe fosse fondata, prima sulla proporzione colla quale crescono le resistenze allo sminuirsi dell' inclinazione, sì nelle materie sciolte, come nelle aderenti, ed in ogni *grado di* gravità di mole, e di figura; 2.° nella proporzione delle forze che fa l' acqua in diverse altezze contro il fondo dell' alveo, computando la resistenza di esso, e l' inclinazione che avesse, e questo è un legame, ed incontro di proporzioni difficilissimo anche nella geometria più astratta; 3.° nella unione, e comparazione della potenza che è un moto, e della resistenza che è una quiete, ad una terza cosa che potesse servire di misura comune a tutte due.

Quando tutto ciò si sapesse non si sarebbe poi nè anche arrivato al fondo di questa notizia, posciachè con tutto che s' abbia regola certa da calcolare l' altezza, che fa il fiume aggiunto ad un altro, il calcolo però si concepisce, come se le sponde fossero di materia

dura, ed il fiume non capace di dilatazione veruna; e pure all'accrescersi l'acque sempre s'allargano gli alvei, e le altezze si rendono minori delle calcolate; onde si fa anche necessario all'effetto che si cerca sapere, con qual proporzione s'allargano gli alvei per l'introduzione di nuove acque, e ciò non si può determinare in alcuna maniera, che supponendo le sponde de' fiumi formate di materia sempre a se stessa omogenea; condizione che non si può avere nel termine del quale siamo obbligati a valerci, essendo certo che più si allarga lo stesso fiume, quando corre fra sponde arenose, che fra sassose; più si trova il fondo resistente, che facile ad escavarsi; più in grande altezza di acqua, che minore ec.

Da tutto ciò si può comprendere, quale, e quanta sia la difficoltà di determinare la cadente ad un fiume da farsi artificialmente nel quale debbano entrare più torrenti differenti fra di loro nel corpo d'acqua, nella situazione del fondo presente, nella materia che portano, e per un terreno di natura tanto diversa, tralasciando poi di dire che non si ha un'acqua perenne, che la mantenghi, e che si alterarebbe considerabilmente ad ogni piena secondo che gonfiassero i fiumi inferiori o superiori, in maniera che se mai in nessun caso si può concludere, in questo che *valde difficilia impossibilia indicant*.

*Dimostrazioni, ed altre riflessioni sopra lo stesso argomento.*

Sia il piano AB (*fig.* 26. *tav.* 4.) il quale s'intenda essere l'alveo declive d'un fiume che porti ghiara, al termine del quale sia connesso il pezzo d'alveo BC orizzontale, o così poco declive, che non permetta che sia spinta per esso più avanti. Dico che l'alveo AB non si manterrà nella sua rettitudine, ma si disporrà in una linea curva concava.

Poichè supposto che l'inclinazione di AB sia tanta, che il fiume possa spingere la ghiaia di qualunque grossezza, e figura; certa cosa è, che questa arrivando in B, non potrà progredire per la troppo poca declività della BC, adunque quanta ghiara sarà portata in B, altrettanta ivi resterà, e cagionerà qualche altezza attraverso dell'alveo del fiume. Supponiamo che l'altezza sia BD, la quale sormontando l'acqua spingerà la ghiara in E, come che eguale o maggiore si suppone la pendenza di DE, che di AB, e sempre più sarà spinta avanti v. g. in F, finchè si faccia la declività DF così poca, che il sasso in D non vi possa stare sopra, ma resista alla forza dell'acqua. Intanto che ciò fa, egli è certo, che l'altezza qualunque siasi fatta in DB fermerà il sasso, riempirà la concavità v. g. GBD, la quale essendo piena come in GD, se l'inclinazione GD sarà tale da

permettere il moto al sasso, questo portato per AG s' avanzerà anco per GD, ma egli è certo, che supponendo che l' inclinazione di DF sia quella che prima aveva il sasso più minuto, tanto maggiormente lo tratterrà la linea GD meno inclinata; si fermerà dunque il sasso in GD, e vi si eleverà come in GH, in maniera che il punto H sia in retta linea con DF, il che dovrà succedere è certo, perchè il sasso concorrente in H sempre anderà cadendo da H in GD trovandovi maggiore pendio che in HD, egualmente declive che DF, della quale egualità di declivio, ne nascerà che per HD non potrà muoversi più la ghiara, e per la stessa ragione formata la linea FDH in I, e riempito tutto lo spazio inferiore di ghiara non potrà per esso muoversi.

Solo potrà elevarsi il fondo di ghiarella I, se sopravvenendone della nuova si facesse qualche alzamento in I, v. g. IK nel qual caso essendone in assai copia, formerebbe la KL paralella alla IF, e tanto più si protrarrebbe il di lei termine sino in L; ma perchè la quantita di questa è limitata, dovrà essa una volta pareggiarsi col consumo che se ne fa, in maniera che tanta ne sopravvenga, quanta se ne va stritolando, o portando via. Cesserà adunque una volta l' alzamento del fondo MKL; ma perchè la linea AM è tanto inclinata che può portare la ghiara più grossa, e la ML è così poco inclinata che non permette l' avanzamento alla più minuta, ne segue che la ghiara più grossa si fermerà in M cagionandovi l' alzamento MN dal quale traboccherà sino a formarsi un piano v. g. NO pel quale la ghiara più grossa non possa scorrere, il quale sarà certo più declive di quello sia KL attesa la maggiore grossezza del sasso, che può essere trattenuto anche da maggiore pendio; e ripetendo il discorso di sopra fatto per la ghiarella minuta, s' alzerà tanto da pareggiarsi la copia del sasso col consumo del medesimo, mantenendo però la stessa declività di NO. Supponiamo che il fondo quanto sia possibile elevato sia QR paralello alla NO, che però segherà la linea ML in qualche punto v. g. R, colla quale farà l' angolo QRL. Per la stessa ragione la cadente della ghiara anche più grossa farà angolo con la QR, e così susseguentemente sino all' arrivare alla maggiore grandezza del sasso, in maniera che per modo di discorso la cadente della ghiara fosse formata dalle rette XV, VS, SR, RL, vicendevolmente inclinate.

Se le ghiare fossero della stessa figura tutte, e la differenza del peso di esse non fosse constituita che v. g. in 5. gradi, di una libbra, di 2. 3. 4, e 5. altrettante sarebbero le linee rette constitutive della cadente; ma perchè le differenze sono innumerabili, altresì dovrà essere constituita tale cadente da innumerabili linee rette, che formino gli angoli una con l' altra voltando il loro vertice dalla parte del piano AB, e tale la linea formata d' infinite altre, non è che una linea curva, come si era preso a dimostrare.

Si deve però avvertire, che non pertanto si pretende di dimostrare, che nelle parti superiori non vi possa essere ghiara minuta, perchè questa necessariamente ve ne deve essere per più cause, nè perciò si toglie la forza alla dimostrazione, prima perchè cadendo tal sorta di ghiara dai monti più alti può restare incastrata fra gl'interstizi de' sassi più grossi, in tal maniera che l'acqua non possa smuoverla. Secondo perchè si ricerca tempo considerabile, acciocchè un sasso picciolo sia spinto dall' origine di un fiume sino al termine della ghiara ec., e perciò in ogni piena essendo esso portato avanti, viene lasciato al cessare della medesima nel luogo dove allora si trova; terzo perchè gran parte de' sassi più piccioli viene ad essere spinta alle parti laterali, e ne' luoghi dove non avrà l'acqua, che nelle piene maggiori, e dove la forza della medesima è così poca, che non basta con tutta la grande inclinazione del fondo a levarlo via; e meno ponno essere molte altre di simili cagioni operanti particolarmente ne' siti fuori dell'alveo ordinario del fiume.

Si deve in secondo luogo notare, che il continuo consumo de' sassi di mole più regolata, e di peso minore, cagiona il loro continuo avanzamento, ed il continuo disfacimento delle più minute ghiarelle, fa che ciò non ostante non si protrae più avanti il termine della ghiara.

Terzo. Occorre riflettere, che richiedendosi un certo spazio di cammino acciò il sasso si riduca in arena, nè bastando un minore, se esso sarà impedito prima del suo termine, non potrà lungo tempo sussistere in tale interrompimento, ma si restituirà alla lunghezza primiera, portando avanti le ghiare, come si vede nella construzione delle chiuse.

Quarto. Finalmente apparisce da ciò che si è detto essere determinata dalla combinazione delle cause, e delle circostanze sì la curvità, che la lunghezza della cadente d' un fiume in ghiara; ma però che essa continuamente si sconcerta, e continuamente altresì si ripara in maniera, che secondo che prevale una delle cause concorrenti a questo effetto, ora il fiume qualche poco si eleva di fondo, ora prevalendo un' altra opposta alla prima nuovamente si scava, la quale alternazione di cause, siccome si fa in brevissimi intervalli, così fa, che un fiume non ha in tutti i luoghi sempre stabile il fondo, ma però si stabilisce fra i termini dei possibili alzamenti, ed abbassamenti.

# PUNTI DA CONSIDERARSI

## QUANDO SI VOGLIANO FARE NUOVE INALVEAZIONI DE' FIUMI.

*Opuscolo inedito.*

In questo particolare si devono distinguere più casi, primo o il fiume è solo, cioè non riceve tributo da altri, oppure deve ricevere nel suo alveo anche le acque degli altri fiumi.

Essendo il fiume solo, la natura da se insegna l' inalveazione rispetto alla larghezza dello stesso, ed all' altezza delle ripe, la quale importa anche la quantità del escavazione; onde non resta altro da considerare se non se vi sia caduta sufficiente dal punto dove si vuol cominciare l' inalveazione, sino al termine dove dovrà finire, *cioè*, *o* al mare immediatamente, o pure ad altro fiume col quale unito possa portare le sue acque al mare.

Essendovi caduta da un termine all' altro, è necessario avvertire se questa sia eguale a quella del fiume, che si vuole inalveare prima dell' inalveazione, o pure sia maggiore o minore v. g. se il fiume da A a B (*fig.* 27. *tav.* 4.) aveva la caduta AC, e da *B ad E la* caduta BF, ogni volta che essendo AB, BE eguali, fossero anch' eguali le cadute AC, BF, allora il fondo del fiume AB non si muoverà per l' inalveazione nuova, ma formerassi la linea ABE retta ogni volta che la materia, che viene portata dall' acqua in tutto il tratto ABE, cioè o è arena, o belletta, o ghiarella, o sassi grossi, o ec. sia sempre dell' istessa natura, e richieda moto eguale dell' acqua per non essere lasciata deporsi nel fondo.

Ma essendo da A a B maggiore caduta, che da B ad E, supposte le linee AB, BE eguali, allora necessariamente dovrà la linea BE inclinarsi ad angolo con la AB, ed in questo caso essendo l' acqua chiara, non si muterà il fondo nè in AB, nè in BE, ma essendo torbida, e supponendo, che la pendenza di AB sia giusto quanto basti per non deporre la sua torbidezza, allora bisognerà, che il fondo BE si alzi tanto da farsi la caduta FG, eguale all' AC; e restando perciò diminuita la caduta AC per l' alzamento del fondo GE si alzerà anche il fondo AB sino alla linea HG, paralella alla AB, acciò riacquisti la primiera pendenza, e si protrarrà tanto in alto l' alzamento del fondo AB sino a trovare fondo di maggiore caduta come in H, supponendo

che la linea HA, sia fondo di maggiore caduta atto a portare materia più grossa, di quella si portava per l' AB prima dell' alzamento, nel qual caso per l' alzamento del fondo HA la materia grossa predetta non oltrepasserà più il punto H come prima.

Ma se la linea BI che si suppone di nuova escavazione, avesse maggior pendenza, del fondo primiero AB, v. g. BL, allora necessariamente si formerà l'angolo ABI, ed in tale stato bisogna distinguere, perchè se il fondo AB fosse di materia che resistesse alla corrosione, come di sasso, macigno, o tivaro, allora l' acqua correrà per la pendenza BI senza alcuna alterazione del fondo, o solo potrebbesi al punto B fare una cascata d' acqua come in una chiusa, sotto della quale si formasse una linea terminante in I paralella all' AB, e ciò quando il fondo BI potesse patire corrosione dalla forza dell' acqua corrente per BI. Per altro essendo i fondi AB, BI di terra ordinaria, o come il solito di arena, si abbasserà il fondo AB, sino a deprimersi in MI, paralella ad AB, o pure in maniera che le cadute AC, NL siano eguali, e continuerassi la linea HA di maggiore caduta sino in M, che allora sarà il termine della materia che si portava per il fondo HA (1).

Tutto ciò s'aspetta all' alteramento dei fondi nelle nuove inalveazioni

(1) Potrebbe taluno dubitare, che quando l' Autore dice, che la caduta FG si ha da far eguale alla AC, volesse dire che la linea FG risultasse identicamente eguale alla linea AC, lo che non è vero altrimenti; ma bensì vuole esprimere, che il nuovo alveo EG, si ha da costituire secondo una linea di caduta eguale a quella dell' alveo antico. Di fatti è noto bastantemente, che la caduta di un fiume non dipende già dalla sola altezza AC del piano inclinato AB, ma ben anche dalla lunghezza di codesto piano, in modo che se due fiumi avranno ambedue una caduta v. g. di once 15. per miglio saranno della stessa caduta, come lo saranno del pari se uno avrà una caduta di once 15. per miglio, e l' altro di once 18. per ogni pertiche 600. Così quando la linea EG è paralella ad AB, ciò basta per dire ch' è della stessa caduta, e se è FG maggiore di AC, lo è in grazia che GE è maggiore di AB. Dunque quando la BE ha una caduta minore di AB, dovrà succedere interrimento, ed il nuovo alveo sarà determinato dalla linea EG paralella ad AB, protratta fino in H, ad incontrare la linea AH di maggiore caduta. Al contrario se il nuovo alveo, in parità di lunghezza, avrà una caduta BL maggiore di AC, si dovranno distinguere tre casi: 1.° o i fondi AB, BI sono inalterabili: 2.° o è inalterabile AB, e non BI: 3.° o non lo è nè AB, nè BI. Nel primo caso la linea del nuovo alveo sarà la HABI; nel secondo si escaverà il fondo BI costituendosi secondo la linea IN paralella ad AB; nel terzo si escaverà insieme il letto AB costituendosi secondo la linea IN prolungata sino ad incontrare in M la linea della maggiore caduta HM. Ecco come nel secondo caso risulta in B la *cascata* BN, *come in una chiusa,* della quale parla l' Autore, ed ecco come da questa salterà l' acqua dall' alveo AB nel sottoposto NI; la linea poi del nuovo alveo sarà la HBNI. Nel terzo caso la linea del nuovo alveo, sarà la HAMNI, ed allora si dirà stabilito.

di un fiume solo, ma di più bisogna osservare alcune cose intorno le sponde, le quali o sono naturali, o manufatte; naturali sono quando la linea dentro del fiume sta sempre tanto bassa sotto il piano della campagna, che l'acque che vi corrono dentro non possono mai alzarsi tanto da sormontarle, e allora i fiumi si chiamano incassati fra terra.

Artificiali poi sono quelle che si fanno ai fiumi con opera d'uomini, cioè a due argini, o sopra sogli, e questi sono di due sorta; cioè, o parte naturali, o parte artificiali, o pure interamente artificiali; le prime sono quelle che si elevano sopra il piano della campagna, quando il fondo del fiume è ben più basso della medesima, ma non tanto da non essere sormontata dall'altezza dell'acque nelle piene, e però si formano argini di altezza atta all'intento; le seconde poi sono quelle, che sostentano tutta l'acqua del fiume sopra il piano della campagna, ed alcune di queste sono tanto alte, che sostentano anche il fondo del fiume medesimo, sopra il piano delle campagne adiacenti. E ciò succede ogni volta che la pendenza delle campagne nelle parti superiori, dove il fiume cammina incassato, è maggiore proporzionalmente della linea cadente del fiume in maniera, che questa, e quella, s'intersechino in qualche luogo; posciachè in simil intersecazione succede, che se il fondo del fiume era basso, ed inferiore al piano di campagna, dopo l'intersecazione cambiano sito, restando il fondo del fiume alto, ed il piano di campagna basso, accadendo anche diverse varietà, secondo che le linee del fondo della campagna più o meno si accostano, o discostano.

Nelle ripe naturali poco vi è da osservare per sussistenza dell'opera, bensì per buona regola della medesima, e le osservazioni saranno quasi l'istesse, che si diranno delle ripe artificiali.

Dovendosi dunque fare una inalveazione con ripe artificiali, devesi osservare la qualità dell'imbocco, in maniera che l'alveo che si prepara riceva in faccia, ed a seconda della sua lunghezza il filone del fiume antecedente, altrimenti facendosi l'inalveazione in angolo porterebbe pericolo di rottura, e di mutazione d'alveo, o almeno obbligherebbe a continue spese per mantenere continuamente.

2.° Si deve osservare la velocità antecedente del fiume, la quale può essere tanto grande, che sia improbabile poterlo voltare, e mantenerlo dentro una nuova inalveazione.

3.° La condizione del terreno del quale si devono formare gli argini, cioè se sia cretoso, arenoso, troppo umido, vallivo puro, o mescolato di diverse sorti, che non leghino bene insieme, atto o no a produrre erba, o fare il cottico, altrimenti per difetto del terreno bene spesso succedono rotte con perdita della spesa della nuova inalveazione.

4.° Si deve osservare lo sbocco del fiume al suo termine; che può essere, o in altro fiume, o pure in mare, e se sia in altro fiume, lo sbocco dell' inalveazione, deve farsi a seconda del filone del fiume recipiente per quanto si può, ed in siti più tosto di corrosione, che d' alluvione.

5.° Se il fiume recipiente ha argini, deve qui calcolarsi la quantità dell' acqua del fiume mandante, e l' altezza che aggiungerà all' acqua del recipiente, considerata l' una, e l' altra in somma escrescenza, ed essendo necessario rialzare gli argini del fiume che riceve, vedere quanto, ed in qual parte.

6.° Gli argini dell' inalveazione devono andare a linea cadente a trovar quelli del fiume recipiente elevati alla necessaria altezza, e ciò quando siano bene assodati, dando però altezza maggiore agli argini dell' inalveazione, tanto che condensati che siano, non restino inferiori al bisogno.

7.° Dovendo il fiume sboccare nel mare, si deve avvertire di sboccarlo in sito che abbia fondo, sfuggendo per quanto sia possibile la spiaggia, e voltare lo sbocco a qualche vento, onde non formi scanni davanti al fiume, il che dipende dalle osservazioni dei fiumi attorno della spiaggia dei fondi, ed altri effetti (1).

8.° Dal mare in quel sito, regolando gli argini come si è detto di sopra, la larghezza dell' alveo suol essere indicata dal fiume sopra l' inalveazione, non essendovi che da determinare la medesima a ragione di quella, che si trova al di sopra.

9.° La profondità si regola dalla pendenza, dovendosi fare l' escavazione a linea cadente verso il suo termine, e quando il terreno resistesse alla corrosione, si deve profondare l' escavazione sotto il piano del mare, o del fiume che deve riceverlo, e ciò a proporzione dell' acque, che porterà il nuovo fiume, ma quando il terreno fosse arenoso, basta fare l' escavazione regolata sul pelo del recipiente, perchè l' acqua da se nelle prime piene farà l' escavazione necessaria.

Molto maggiori sono le difficoltà che s' incontrano nell' inalveazione de' fiumi reali, che devono ricevere molti tributarj, prima per non

---

(1) Che se per mala sorte non potrà scegliersi per lo sbocco in mare luogo che non riceva l' impeto d' alcun vento burrascoso, onde ne vengano scanni di sabbia tanto pregiudiziali alle foci de' fiumi; in allora miglior partito sarà quello di dare al fiume stesso più sbocchi, il numero de' quali sarà determinato dalla portata dell' influente, dalla gagliardía de' venti, che dovrà affrontare lo sbocco, dalla sua profondità, ec. Però se non trattasi di fiumi di grande portata raro è il bisogno di più d' uno sbocco.

esservi esempio di tali operazioni, secondo per la moltiplicità dell' osservazione necessaria, delle quali la prima è:

La caduta del fiume, che ha da far figura di reale sino al mare, con l' osservazione se questa sia o non sia bastante a portar l' acque proprie, senza deporre materia nel proprio fondo, o almeno non a tanta altezza, che possa partorire danni grandi.

2.° La condizione della materia, che porta tanto il fiume che dovrà essere recipiente, quanto tutti gli altri tributarj nel sito dove dovranno introdursi.

3.° La condizione del terreno non tanto per la facilità, o difficoltà dell' escavazione, quanto per vedere se il fiume cammina o in tutto, o in parte incassato, essendo quest' ultima condizione necessaria ai fiumi, che portano acque copiose per molti capi.

4.° Avvertire la mutazione delle cadenti che fannosi sempre meno oblique ad ogni introduzione di nuovo fiume, o sia per aumento di nuova acqua; ogni volta però che la condizione del fondo, *e la* materia che porta il fiume sia della stessa natura, e condizione per tutto il tratto dell' inalveazione.

5.° Gli effetti che ne susseguiranno dagli inalzamenti o abbassamenti dei fondi per diverse contingenze, che ponno accadere, essendo necessario per fare una perfettissima inalveazione di questa natura, che le cadenti di tutti i fiumi tributarj si uniscano proporzionalmente alla cadente del fiume recipiente, e che perciò non portino una terra differente da quella, che porta il fiume reale; e forse dalla natura sono stati respinti da i tributarj, che vi *entrano lateralmente* nei siti di mezzo delle valli, com' è succeduto al Po, che una volta correva verso la terra dell' Uccellino, e fu poi respinto sino sotto Ferrara, ed ultimamente nel ramo di Venezia.

Posciachè se il fiume recipiente nel suo principio porta la ghiara, e tale che rispetto al suo corso d' acqua richieda v. g. sei piedi di caduta per miglio, devesi prima osservare, quanto di caduta probabilmente si consumerà in questa prima cadente, e *lasciando la* prima d' incontrare, o ricevere altro fiume, portando solamente arena grossa, e richiedendo per non deporla v. g. piedi 3. di caduta antecedente, e vedere se il fondo del primo tributario nel sito dove si vuole introdurre resta più alto, o più basso del fondo destinato pel primo fiume, e se porta arena dell' istessa natura del fiume reale; e caso che il fondo di quello andasse precisamente ad unirsi col fondo del primo tributario, e che questo non portasse materia diversa da quella dell' altro, allora l' inalveazione camminerà bene, e la cadente non dovrà essere tanto obliqua quanto l' antecedente. L' angolo di queste cadenti non dovrà determinarsi, dipendendo dalla proporzione che hanno le acque di tutti due i fiumi uniti a quella sola del

fiume recipiente. Ma se il fondo del tributario restasse inferiore al fondo del recipiente, allora necessariamente dovrà seguire un alzamento di fondo nel fiume tributario, e dovrà osservarsi se tale alzamento possa pregiudicare alle campagne che vi saranno adiacenti, siasi per l' inalveazione dell' acqua, che richieda argini, o argini maggiori di prima, o pure lo scolo della campagna, che non trovi in esso più il suo scolo, o meno felice. Si avverta ancora che alzandosi il fondo del fiume tributario si viene a sminuire la di lui pendenza, e qui vagliono tutte le regole date per l'inalveazione d'un fiume solo.

Caso che il fiume tributario restasse più alto col suo fondo del fiume recipiente, allora necessariamente si sbasserà quello del tributario, e qui si deve avvertire se tale sbassamento, che vuol dire maggiore aumento di caduta, possa portare materie pesanti, differenti da quelle, che porta il fiume recipiente dentro l' alveo di questo, il quale se avrà caduta da smaltirle dalla parte di dietro, non muterassi il fondo, e la cadente; ma non avendola sarà necessario che per aumento di nuova materia tanto si alzi il fondo del fiume recipiente; che il tributario perdendone la caduta la lasci dentro il proprio alveo, nel qual caso la caduta del primo fiume reale dovrassi anch' essa sminuire con l' alzamento del fondo, quale seguendo deve considerarsi se pregiudichi alle campagne per l' uno, e l' altro dei capi sopraddetti.

Caso che il fiume recipiente corresse in ghiara, ed il tributario anch' esso, può darsi il caso che così si pareggino le cadute, che smaltiscono per qualche tratto dell' alveo recipiente la ghiara comune fino al perdimento della caduta sufficiente.

Lo stesso maggiormente succederà se il fiume tributario portasse ghiara, ed il recipiente non la portasse; perchè in tale caso può darsi tale alzamento di fondo nell' alveo preparato pel recipiente, che si pareggi col piano delle campagne, come che le cadute delle ghiare sono precipitose venendo dalle montagne alte, che prima del loro termine non così facilmente si perdono per mediocre alzamento di fondo, come apparisce dalle chiuse, che sostentano i fiumi in ghiara, le quali abbenchè alte alle volte 18, e 20. piedi, non sono però sufficienti a impedire, che la ghiara non oltrepassi le chiuse, sostentandosi solamente i sassi più grossi, come appare in quella di Casalecchio, sotto la quale per 5, o 6. miglia si stende la ghiara.

Tutto ciò che si è detto nell' ingresso del primo tributario nel recipiente, devesi intendere dell' ingresso del secondo, terzo, e quarto tributario nel medesimo, facendosi sempre il primo col secondo figura di un solo, pareggiate che siano le pendenze, e formata la cadente rispetto al terzo, ed il primo, secondo, e terzo, come sopra rispetto al quarto ec.

La disposizione di queste cadenti devesi cominciare dal mare venendo all'insu, sino al primo fiume che deve ricevere gli altri, dando sotto il pelo basso del mare la linea cadente a tutte le acque unite insieme, la quale secondo la quantità dell'acque che vi sgorgano molte volte viene ad essere orizzontale, altre volte con pochissima pendenza, e devesi sempre formare una nuova cadente sempre inclinata all'orizzonte, quanto più vannosi diminuendo le acque venendo all'insu verso il principio del fiume, sempre a proporzione del corpo d'acqua, che deve scorrere per l'alveo, della resistenza del fondo, e della materia, che il fiume porta.

E succedendo, che le cadenti restino tanto sotto il piano di terra, che il corpo d'acqua possa correre incassato; allora l'inalveazione potrà essere reale, siccome sarebbe anche se fossero necessarie arginature di poca altezza, ma nell'incontro riuscendo le cadenti assai alte in maniera che venissero o al pari della terra, o sopra il piano di essa, allora o l'opera sarà impossibile non riuscendo di sostentare i fiumi reali sopra terra, o almeno sarà dannosa alle campagne circonvicine pei pericoli delle rotte, per le difficoltà dello scolo, e pel dispendio continuo che richiede la manutenzione degli argini. S'avverte inoltre, che se le campagne adiacenti non hanno lo scolo aperto nei fiumi, cioè *se esso non* correrà intieramente incassato, sempre si pregiudicheranno le terre vicine obbligate ad uno *scolo temporaneo* intercluso dalle cateratte delle chiaviche necessarie.

S'avverte in secondo luogo il danno ben grande che danno i fiumi che corrono in ghiara, i quali necessariamente *devono correre* incassati, non essendo possibile sostenerli con argini a causa dei dossi, e ghiare, che si formano ora da una parte, ora dall'altra, in faccia ai quali troppo debole resistenza è un argine di terra, attesa particolarmente la gran velocità che dà all'acqua la pendenza soverchia; e perciò i fiumi in ghiara richiedono larghezze esorbitanti, come è manifesto per l'esperienza; dal che ne deriva il consumo inutile del terreno, ed il danno che cagiona sempre a' *possessori* vicini.

6.° Si hanno a determinare le larghezze del fiume, e questo molto importa quando il fiume non è perenne, e non abbia moltissime acque, anche in tempo di magrezza del fiume; perchè con tutto che possa mantenersi l'istessa larghezza, ed acquistare solo con la pendenza, o più tosto escavazione del fondo il luogo necessario, ciò non di meno è tanto difficile a mantenere, che si può paragonare all'impossibile, ed i regurgiti che succedono in tempo di piene nei fiumi inferiori cagionano dossi, i quali impediscono, e sospendono il corso ai fiumi superiori; e perciò se non si hanno cadute ben grandi, forse superiori al bisogno, non occorre impegnarsi in tali

operazioni, come non riuscibili, di poca durata, e feconde di sconcerti continui.

# INDICE

## DEGLI OPUSCOLI CONTENUTI IN QUESTO VOLUME.

Tom: II. Tavola 1.ª
Fig: 1
Fig: 2
Fig: 3
Fig: 5
Fig: 6
Fig: 9
Fig: 10
Fig: 12
Fig: 14
Fig: 18
Fig: 19
Fig: 20
Fig: 24
Fig: 25
Fig: 26
Fig: 27
Bologna Litografia di C. Bertinazzi
A. Nini f.

Bologna Litografia di C. Bertini

A. Nini f.

Bologna Litog. di C. Darkineaux

A. Nini f.

Tom: II. Tavola 4.ª
Fig: 14.
Fig: 17.
Fig: 18.
Fig: 19.
Fig: 23.
Fig: 24.
Fig: 26.
Bologna Litog: di C. Bertinazzi.
A. Nini f.